7/88

38. Jahrgang
Oktober 1988
S. 145–168

Verlagspostamt
Berlin



VEB VERLAG
FÜR BAUWESEN
BERLIN



Dokumentation

Computergestützte Prozeßführung im Produktionsbereich Lobenstein
Woborschil, R.; Lippold, K.
In: Wasserwirtschaft–Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 7, S. 146
Der Prozeßrechnereinsatz im Produktionsbereich Lobenstein hat Verbesserungen der Versorgungssicherheit, der Trinkwassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung sowie die optimale Fahrweise der Anlagen zum Ziel. Entscheidende Prozeßkenngrößen werden vor Ort erfaßt, an die Prozeßdatenzentrale übermittelt, dort dann verwaltet und ausgewertet.
Der Beitrag erläutert wesentliche Merkmale dieses Steuerungssystems, sowohl die Gerätetechnik als auch organisatorische Gesichtspunkte.

Rückschlagklappen in Wasserförderanlagen (Teil I: Grundlagen)
Ludewig, D.; Elsner, H.; Mehlhase, R.
In: Wasserwirtschaft–Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 7, S. 151
In diesem ersten Teil der insgesamt zweiteiligen Abhandlung zum Thema Rückschlagklappen werden nach einer kurzen Einführung folgende Problemschwerpunkte angesprochen: die Auslaufzeit der Rohrströmung, die Schließzeit der Rückschlagklappen, der Druckstoß beim Klappenschlag sowie die Stoßbelastung der Rohrleitungen. Ergänzende weitere Hinweise sind angefügt, verwiesen wird auf das Rechenprogramm EDV 118.

Arbeit mit Besetzungsnormen im VEB WAB Suhl
Schmidt, E.; Osdoba, A.
In: Wasserwirtschaft–Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 7, S. 154
Im Rahmen der Schwedter Initiative und in Vorbereitung der Einführung von Produktivlöhnen wurde im VEB WAB Suhl nach Möglichkeiten gesucht, das Leistungsvermögen des Betriebes zu ermitteln und zu bewerten. Gleichzeitig ging es darum, auch für den innerbetrieblichen Wettbewerb vergleichbare Werte zu erhalten.
In den Jahren 1985 bis 1987 wurden so für nahezu alle Produktionsbereiche des Betriebes Besetzungsnormen auf der Grundlage der Komplexkennziffernkataloge aufgestellt. Zeitaufnahmen dienten der Ermittlung von Bediennormen.

Biologische Phosphateliminierung nach dem Anaerob/Aerob-Verfahren
Röske, I.; Metz, G.; Panning, F.
In: Wasserwirtschaft–Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 7, S. 155
Es ist unstrittig, daß mit der biologischen Phosphateliminierung eine Phosphatentfernung aus dem Abwasser erfolgt, die den chemischen Verfahren ebenbürtig ist. Der Einsatz des biologischen Verfahrens bewirkt jedoch eine erhebliche Einsparung an Fällungsmitteln. Die Autoren beschreiben die in einem Großversuch nachgewiesenen Effekte. Bezogen auf den Jahresdurchschnitt ergab sich eine Einsparung von Fällungsmitteln von 60 %, bezogen auf vergleichbare chemische Verfahren.

Einsatz von Plastsekundärrohstoffen in Tropfkörperanlagen
Schmidt, E.; Heydt, D.
In: Wasserwirtschaft–Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 7, S. 162
Bei der Rekonstruktion eines Tropfkörpers wurden verschiedene Materialien aus Plast auf ihre Eignung als Tropfkörperbesatz hin geprüft. Darunter befanden sich Stanzabfälle von Verpackungsmaterialien, alte Kühlturmhorden sowie Streifenabfälle der plastverarbeitenden Industrie.
Beschrieben werden die wichtigsten Eigenschaften dieser Materialien unter dem Gesichtspunkt der Eignung für den genannten Zweck sowie die Effekte, die mit der letztlich gewählten Variante erzielt werden konnten.

Redaktionsbeirat:

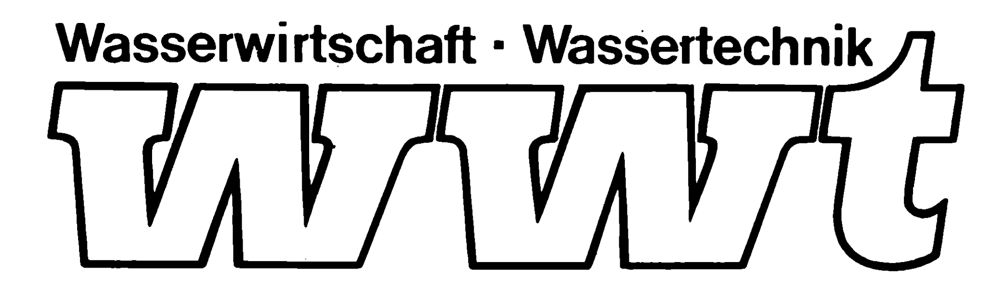
Содержание

Contents

Contenu



Ausgezeichnet
mit der
Ehrenplakette der KDT
in Silber



Herausgeber:
Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft und Kammer der Technik (FV Wasser)

Verlag:
VEB Verlag für Bauwesen
Französische Straße 13/14, Berlin 1086
Verlagsdirektor:
Dipl.-Ök. Siegfried Seeliger
Fernsprecher: 2 04 10

Redaktion:
Dipl.-Ing. Ralf Hellmann,
Verantwortlicher Redakteur

Carolyn Sauer,
redaktionelle Mitarbeiterin

Sitz der Redaktion:
Hausvogteiplatz 12, Berlin 1086
Fernsprecher: 2 08 05 80 und 2 07 64 42

Lizenz-Nummer 1138
Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR

Satz: Druckerei „Neues Deutschland"
Druck: Druckkombinat Berlin
Gestaltung: Horst Bünger

Artikel-Nummer 29 932
Die Zeitschrift erscheint achtmal im Jahr. Jahresbezugspreis DDR 01760, Ausland DM 60,–. Einzelheftpreis DDR 00220, Ausland DM 7,50.

Printed in G.D.R.

Bestellungen nehmen entgegen:
Заказы на журнал принимаются:
Subscriptions of the journal are to be directed:
Il est possible de s'abonner á la revue:
In der DDR:
sämtliche Postämter und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin
BRD und Berlin (West):
ESKABE Kommissions-Großbuchhandlung, Postfach 36, 8222 Ruhpolding/Obb.;
Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, Eichborndamm 141/167, Berlin (West) 52
Kunst und Wissen, Erich Bieber OHG, Postfach 46, 7000 Stuttgart 1;
Gebrüder Petermann, Buch und Zeitung INTERNATIONAL,
Kurfürstendamm 111, Berlin (West) 30
Österreich:
Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, & Co. KG, Industriestr. B 13, 2345 Brunn am Gebirge
Schweiz:
Verlagsauslieferung Wissenschaft der Freihofer AG, Weinbergstr. 109, 8033 Zürich
Im übrigen Ausland:
Der internationale Buch- und Zeitschriftenhandel wird durch den AHB Buchexport der DDR, – 7010 Leipzig,
Leninstr. 16 oder über den Verlag vermittelt.

Alleinige Anzeigenverwaltung: VEB Verlag Technik, Fernruf 2 87 00.
Es gilt die Anzeigenpreisliste lt. Preiskatalog Nr. 286/1.

7

„Wasserwirtschaft – Wassertechnik"
Zeitschrift für Technik und Ökonomik der Wasserwirtschaft
38. Jahrgang (1988) Oktober

Aus dem Inhalt

Zum Titelfoto

Die Erweiterung der Kapazität der Abwasserbehandlungsanlage Rostock wurde notwendig, als sich mit der Errichtung der beiden neuen Rostocker Wohngebiete Dierkow und Toitenwinkel der Abwasseranfall beträchtlich erhöhte. Umfangreiche Investitionen wurden getätigt, so für die Errichtung eines Sandfangs, eines Rechengebäudes, zweier Rundbecken und eines 800 m langen Dükers, der das Abwasser der beiden Neubaugebiete durch die Warnow hindurchführt.

Computergestützte Prozeßführung im Produktionsbereich Lobenstein

Meister Reinhold WOBORSCHIL; Dipl.-Ing. Klaus LIPPOLD, KDT
Beitrag aus dem VEB WAB Gera

Nachfolgend wird die Lösung der computergestützten Führung von wasserwirtschaftlichen Prozessen im Kreis Lobenstein näher betrachtet, wie sie anläßlich des zentralen Erfahrungsaustausches der Wasserwirtschaftler der Republik vom 17. bis 18. 5. 1988 vorgestellt wurde. Zum besseren Verständnis der Ausgangslage gibt Bild 1 eine Charakteristik des Produktionsbereiches Lobenstein.

Ausgehend von der großen Anzahl von Klein- und Kleinstanlagen und dem daraus resultierenden hohen Bedien- und Überwachungsaufwand, besonders auch unter extremen Bedingungen (im Winter Schneeverwehungen bis zu 2 m), sind höchste Anforderungen an die Werktätigen gestellt. Störungen im Förderbetrieb und Havarien wurden bisher oft erst bei versorgungswirksamen Auswirkungen bei den Bedarfsträgern erkannt. Diese große Zeitspanne zwischen dem Eintreten des Ereignisses, seiner Erkennung und Beseitigung, wirkte sich nachteilig auf die Versorgungsstabilität aus. Die auf eine Verbesserung dieser Situation zielenden Ideen wurden mittels CAD/CAM-Technik praxiswirksam umgesetzt. Die in enger Zusammenarbeit mit Spezialisten des VEB ZPR Blankenstein entwickelte Lösung orientiert auf eine optimale Verteilung der vorhandenen Trinkwasserkapazitäten, von der Gewinnung über die Pumpwerke, Trinkwasseraufbereitungsanlagen und Hochbehälter bis hin zu den Bedarfsträgern.

Besonderes Augenmerk gilt einer effektiven Fahrweise der Anlagen.

Das Grundprinzip dieser wissenschaftlich-technischen Lösung beruht auf der Erfassung von Prozeßdaten in wasserwirtschaftlichen Anlagen vor Ort, deren Auswertung und Verwaltung in diesen Anlagen mittels Einkartenrechnern und die Übertragung der Daten im Echtzeitbetrieb zum Masterrechner der Prozeßdatenzentrale (PDZ) im Master-Slave-Prinzip (Bild 2, 3).

Im konkreten Beispiel werden folgende Produktionshauptkriterien in Anwendung geeigneter spezifischer Meßtechnik, computergestützt erfaßt, ausgewertet und beeinflußt:

- Wassermengenmessung (momentan und kumulativ) für Roh- und Reinwasser

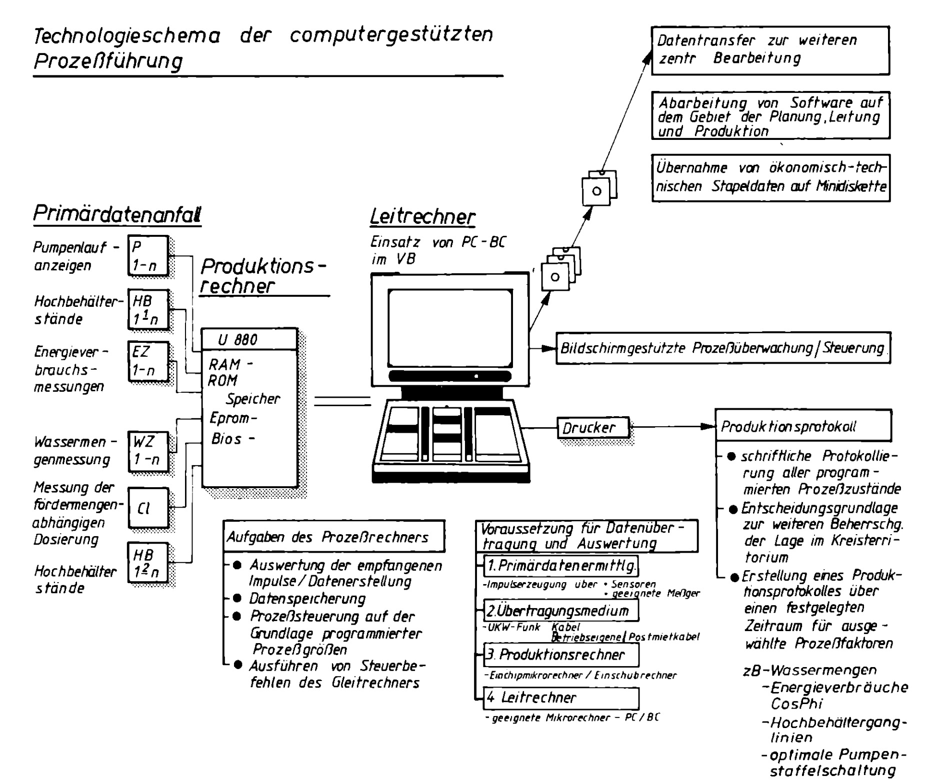


Bild 2

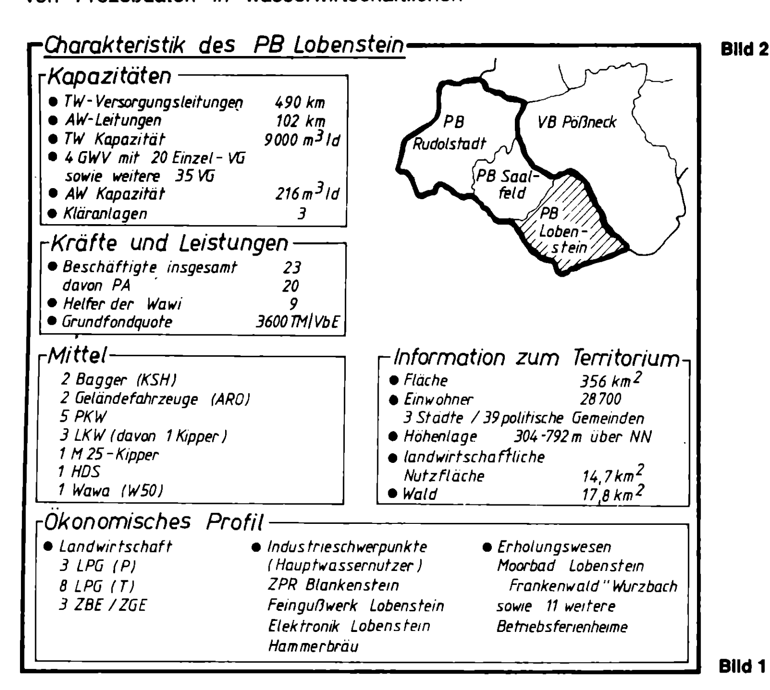


Bild 1

- Hoch- und Sammelbehälterstände mit Ganglinien über 24 Stunden
- Pumpenläufe und deren programmierte Steuerung
- Energieverbräuche (absolut und spezifisch)
- fördermengenabhängige programmierte Chlordosierung
- Versorgungsdrücke.

Dazu dienten zu Beginn in der Prozeßdatenzentrale ein MC 80/22 mit Schreibmaschine SM 4000 und ein Einkartenrechner. Zur komfortableren Ausgestaltung dieser Lösung wurde mittlerweile in der Prozeßsteuerzentrale die 16-bit-Technik in Form eines A 7100 mit Drucker eingesetzt (Bilder 4, 5, 6).

Voraussetzung für das Funktionieren dieses Systems ist die Organisation der Datenfernübertragungen. Im Produktionsbereich Lobenstein werden ausschließlich betriebseigene Steuerkabel und Postmietkabel genutzt.

Zur Vervollkommnung der computergestützten Prozeßführung im Kreis Lobenstein ist perspektivisch der Einsatz von vorhandenen Übertragungsleitungen anderer Rechtsträger

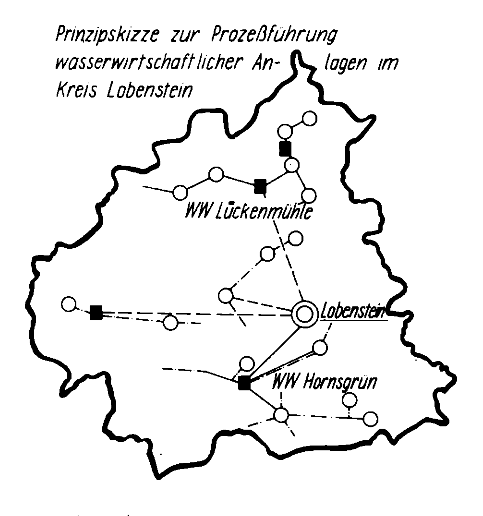


Bild 3 Prinzipskizze

vorgesehen.

Bei dieser Lösung ist hervorzuheben, daß mit Eigeninitiative der Werktätigen unter Nutzung der örtlichen Bedingungen und technisch/technologischen Kapazitäten des Betriebes sowie des Territoriums ein Automatisierungssystem für kleinere und mittlere Versorgungsgebiete im Kreismaßstab entwickelt wurde, welches mit geringem Aufwand hohe volkswirtschaftliche Effekte erzielt.

Diese Effekte dokumentieren sich in der

- Erhöhung der Versorgungssicherheit unter allen Bedingungen durch Echtzeitüberwachung aller angeschlossenen Anlagen und damit Verkürzung der Reaktionszeiten,
- Senkung des Bedienungsaufwandes und im Einsatz der freigesetzten Kräfte und Mittel im Bereich Instandhaltung
- Senkung des Energieverbrauchs und der Energiekosten durch optimale Wasserförderung und Wasserverteilung
- gezielten Einflußnahme auf die Senkung der Wasserverluste durch die Überwachung der Distriktzähler im Echtzeitbetrieb und der
- Erhöhung der Versorgungsqualität in gezielter Anwendung des Qualitätssicherungssystems.

Im konkreten Anwendungsfall für die Kreisstadt Lobenstein mit dem versorgungsbestimmenden Wasserwerk Hornsgrün ergeben sich nach 9monatiger Anwendung dieser Automatisierungslösung folgende ökonomische Ergebnisse:

- störungsfreie stabile Trinkwasserversorgung
- monatliche Senkung der Energiekosten bis zu 4 % und des Energieverbrauches bis zu 2 %
- Freisetzung von einer Arbeitskraft in der Bedienung zugunsten der Erhöhung der Instandhaltungsleistungen um 50 TM
- Einsparung von bisher 150 l Vergaserkraftstoff und
- Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen des Bedienungspersonals.

Die schon jetzt erkennbaren volkswirtschaftlichen Effekte bei der durchgängigen computergestützten Führung wasserwirtschaftlicher Prozesse im Kreis Lobenstein machen es zwingend erforderlich, ohne Tempoverlust – Tempoverlust ist Effektivitätsverlust – in allen Versorgungsbereichen analoge Lösungen anzuwenden. Die Leitung des Betriebes hat dies erkannt und diese Aufgabe in den Mittelpunkt der Führungsarbeit gestellt.

Ausgehend von der Führungskonzeption des Direktors, welche auf den zentralen Orientierungen des Ministeriums für Umweltschutz

Hornsgrün	17. 05. 88	07 : 03 : 52

Messungen:

MS 1	HB Hakenberg	77.6 %	388.0 m³
MS 2	. . . .	0.0 %	
MS 3	SB Hornsgr.	70.7 %	70.0 m³
MS 4	Pegel TB 3	79.5 %	39.8 m³
MS 5	. . . .	0.0 %	
MS 6	HB Schlegel	71.1 %	355.5 m³
MS 7	. . . .	0.3 %	
MS 8	Chlorb. 50 l	41.1 %	20.5 l

Zähler:

Z 1	E-Tiefbr. T1	342.2 kWh	0.0 kW
Z 2	E-Tiefbr. T2	918.5 kWh	59.1 kW
Z 3	E-Wa.Werk T1	331.0 kWh	0.0 kW
Z 4	E-Wa.Werk T2	844.5 kWh	54.9 kW
Z 5	Rohwasser TB	1915.0 m³	100.6 m³/h
Z 6	Reinwasser 1	1057.0 m³	62.0 m³/h
Z 7	Reinwasser 2	828.0 m³	35.3 m³/h
Z 8	Einlauf HB	0.0 m³	0.0 m³/h
Z 9	Rodach	0.0 m³	0.0 m³/h
Z 10	Umdr. Chlorp.	3604.0 U	225.0 U/h
Z 11	PW Neundorf	174.2 m³	0.0 m³/h
Z 12	Rabis	116.6 m³	4.6 m³/h
Z 13	Kirchbach	0.0 m³	0.0 m³/h
Z 14	Abg. Altstadt	0.0 m³	0.0 m³/h
Z 15	Abg. Neubaug.	0.0 m³	0.0 m³/h
Z 16	Abg. Holzstw.	0.0 m³	0.0 m³/h

Betriebsstunden:

BM 1	MC-Betr. TB	0.0	BM 9	MC-Betr. WW	0.0
BM 2	Tiefbr. 1	17.3	BM 10	K-Pumpe 1	0.0
BM 3	Tiefbr. 2	18.1	BM 11	K-Pumpe 2	17.2
BM 4	Tiefbr. 3	17.4	BM 12	K-Pumpe 3	0.0
BM 5	Tiefbr. 4	21.1	BM 13	K-Pumpe 4	23.5
BM 6	Tiefbr. 5	21.1	BM 14	Tiefbr. 8	17.9
BM 7	Tiefbr. 6	23.4	BM 15	Heizung	0.0
BM 8	Chlorp.	0.0	BM 16	PW Neund.	12.7

Differenzen:

1. Rohwasser – Reinwasser: 30.0 3.3 m³
Tiefbrunnen 8: 322.9 (Betriebsstd. ● 18 m³)

Förderung Hornsgrün: 1885.0 m³
Energie T1: 673.2 kWh Energie T2: 1763.0 kWh
spez. Energieverbrauch: TB 0.66 WW 0.74
Chlordosierung: 1.8 U/m³

Bild 5 Numerisches Komplexbild

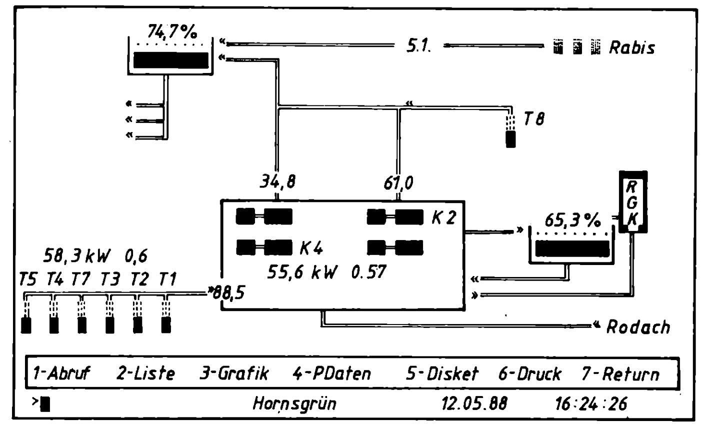
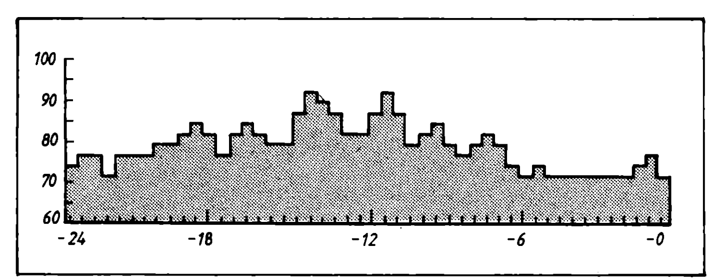


Bild 4 Prozeßüberwachung mit A7100

Beschreibung:

- Es wird das Fließschema der Anlage „Hornsgruen" von der Rohwassergewinnung (8 Tiefbrunnen, 1 Quellgebiet) über die Aufbereitung (Wasserwerk, Sammelbehälter, RGK) bis zur Verteilung (Hochbehälter mit Entnahmeleitungen) in 3 Versorgungsdistrikten dargestellt.
- Die Momentanwerte (entspr. Datum u. Uhrzeit) sind an den Meßpunkten eingetragen
  (Vol.: %, Durchflußmenge: m³/h, elektr. Leistung: kW, spez. Energieverbr.: kW/m³)
- Die beschrifteten Aggregate sind in Betrieb.
- Durch Tastatureingabe der entsprechenden Zahl können die in der vorletzten Zeile aufgeführten Funktionen aufgerufen werden.

Bild 6 Ganglinien Hochbehälter Hakenberg (%), 10. Mai 1988, 16.24;26 Uhr



LISTE:

16:24	>	73,0	73,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0	73,0	74,0
17:24	>	75,0	75,0	75,0	74,0	72,0	71,0	71,0	71,0	71,0	72,0
18:24	>	72,0	74,0	74,0	74,0	75,0	75,0	76,0	75,0	76,0	76,0
19:24	>	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	77,0	77,0	78,0	77,0
20:24	>	77,0	78,0	79,0	79,0	80,0	79,0	80,0	81,0	81,0	81,0
21:24	>	82,0	82,0	84,0	83,0	82,0	82,0	81,0	80,0	78,0	77,0
22:24	>	76,0	75,0	75,0	77,0	77,0	78,0	79,0	80,0	81,0	82,0
23:24	>	83,0	84,0	83,0	83,0	83,0	82,0	82,0	81,0	81,0	80,0
0:24	>	79,0	79,0	78,0	77,0	77,0	76,0	76,0	79,0	80,0	82,0
1:24	>	83,0	84,0	86,0	87,0	89,0	91,0	91,0	90,0	90,0	88,0
2:24	>	88,0	87,0	87,0	86,0	87,0	87,0	86,0	86,0	84,0	84,0
3:24	>	83,0	82,0	77,0	77,0	76,0	77,0	79,0	81,0	83,0	85,0
4:24	>	85,0	86,0	86,0	86,0	86,0	88,0	90,0	89,0	88,0	89,0
5:24	>	89,0	88,0	87,0	84,0	83,0	81,0	77,0	76,0	76,0	76,0
6:24	>	77,0	79,0	80,0	80,0	82,0	82,0	84,0	83,0	83,0	82,0
7:24	>	81,0	80,0	79,0	77,0	76,0	75,0	74,0	75,0	75,0	76,0
8:24	>	76,0	78,0	78,0	79,0	79,0	79,0	80,0	80,0	80,0	80,0
9:24	>	79,0	79,0	76,0	76,0	74,0	72,0	71,0	71,0	72,0	72,0
10:24	>	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	72,0	72,0	72,0	71,0	72,0
11:24	>	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0
12:24	>	70,0	71,0	70,0	70,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0
13:24	>	71,0	71,0	72,0	71,0	71,0	71,0	70,0	71,0	71,0	71,0
14:24	>	71,0	71,0	71,0	71,0	72,0	72,0	73,0	73,0	74,0	74,0
15:24	>	74,0	74,0	75,0	75,0	74,0	73,0	72,0	70,0	69,0	67,0

und Wasserwirtschaft basiert und die Erfahrungen fortgeschrittener Kollektive des Betriebes sowie anderer Betriebe und Einrichtungen des Territoriums und des Ministeriumsbereiches berücksichtigt, liegen für alle Versorgungsbereiche Maßnahmepläne vor. In diesen Maßnahmeplänen sind die konkreten Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Termine für den gezielten Einsatz der modernen Rechentechnik in der Prozeßführung und für den Datenstapelbetrieb der Versorungsbereiche festgelegt. Daraus ergeben sich für den VEB WAB Gera in der mittel- und langfristigen Führungsarbeit folgende Aufgabenschwerpunkte:

1. Entwicklung der Versorgungsbereiche Greiz und Lobenstein als Beispielbereiche für die durchgängige Prozeßführung der Trinkwasserversorgung und Einbeziehung erster Anlagen der Abwasserbehandlung sowie der Planung, wirtschaftlichen Rechnungsführung und Abrechnung durch umfassende Anwendung der CAD/CAM-Technik auf Kreisebene bis zur „agra 1989"
2. Prozeßführung des Versorgungsgebietes Jena-Stadt unter Einbeziehung der Softwarelösung „Lastverteilung Jena-Stadt" in Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern der Friedrich-Schiller-Universität Jena.
3. Schrittweiser Übergang zur Prozeßüberwachung des Fernwasserversorgungssystems aus den Weidatalsperren in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro für angewandte Mikroelektronik im VEB Elektronik Gera.
4. Weitere Stärkung der materiell-technischen Basis zum schrittweisen Übergang der Prozeßführung und zur Erweiterung des Datenstapelbetriebes in den Produktionsbereichen der Kreise sowie in den Fachabteilungen der Zentrale.

Die erfolgreiche Meisterung all dieser komplexen, in die Zukunft weisenden Lösungen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und zur Erhöhung der Effektivität im betrieblichen Reproduktionsprozeß setzt die straffe Leistungstätigkeit in Verbindung mit der Entwicklung neuer Initiativen der Rationalisatoren/Neuerer und Erfinder im sozialistischen Wettbewerb voraus. Gleichzeitig gilt es, das wissenschaftlich/technische Potential des Territoriums und der wissenschaftlichen Einrichtung eng in diesen Prozeß mit einzubeziehen.

Aus dem Inhalt der Acta hydrochimica et hydrobiologica

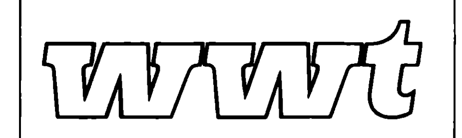
Vol. 16 Nr. 3/1988

Loth, P.: Morphometrie und Wasserbeschaffenheit von Talsperren (in Deutsch)

Mironov, P. G.: Einfluß von Ölverunreinigungen aus marinen Lebensgemeinschaften und ein Problem der Verbesserung der Seewasserqualität (in Englisch)

Timofeeva, S. S., und *D. J. Stom:* Aktueller Stand und Entwicklung des Einsatzes von Wasserpflanzen bei der Abwasserbehandlung (in Englisch)

Čech, J. S., und *J. Chudoba:* Wirkung des Schlammalters auf den biochemischen Abbau organischer Verbindungen (in Englisch)



Neuerungen

Spülgerät für Abwasserkanäle mit Sonder- oder Kreisprofil
Reg.-Nr. NV 08/87/85
Betrieb: VEB WAB Halle
Das Gerät besteht aus folgenden Hauptgruppen:
1. Profilangepaßte Schilder
2. Rahmen mit Laufrädern
Alle Baugruppen sind so gestaltet, daß sie durch die vorhandenen Schachtöffnungen in den Kanal eingebracht und in der Schachtkammer zusammengesetzt werden können. Der Reinigungseffekt wird durch die Ausnutzung der Wasserkraft auf das Räumschild und der durch die Laufräder gewährleisteten Fortbewegung der Gesamtkonstruktion erzielt.

Gerät zum Betätigen von Schnellschlußschiebern
Reg.-Nr. NV 09-79/178/6
Betrieb: VEB WAB Erfurt
Die Neuerung öffnet und schließt Schnellschlußschieber DN 100 bis 300, indem von einem Getriebemotor der Exenter in drehende Bewegung gesetzt wird. Diese wird von der Pleuelstange, der Schubgabel und der Schubstange in eine vertikale Bewegung umgesetzt. Am oberen Umlaufpunkt ist der Schieber geöffnet, beim Erreichen des unteren Umlaufpunktes ist er geschlossen. Das Öffnen und Schließen ist in die Technologie der Anlage eingepaßt.

Waschmaschine für das ZMA-Verfahren
Reg.-Nr. NV 07-63/87 (1–5)
Betrieb: VEB WAB Magdeburg
Der gesamte Schaltungsschlauch wird nach dem Auspressen der Rohrleitung, dem Ziehen und Reinigen durch ein Wachsbett gezogen. Die Schlauchschalung wird gleichmäßig mit Wachs versehen, ein Zerreißen nach dem Auspreßvorgang wird so verhindert. Diese Neuerung ist eine Ergänzung der Mechanisierungskette ZMA-Verfahren.

Temperaturmessung in Wasserläufen
Reg.-Nr. NVe 21/86/2
Betrieb: WWD Oder/Havel
Die Wassertemperatur wird mittels Meßfühler PT 100 Typ 315 erfaßt und dem Digitalmeßgerät DIM 20 zugeführt. Das Gerät wandelt dieses Signal in ein BCD-Multiplexsignal um, das am Datenausgang zur Verfügung steht. Gleichzeitig wird der Temperaturwert digital angezeigt. Über eine Anpaßbaugruppe wird der Wert an die Aquatransstation weitergegeben und per Funk in die Zentrale übermittelt. Der Temperaturwert erscheint dort unter der zugeordneten Adresse.

Halterung für Mähgerät Typ „Terra"
Reg.-Nr. NV 5/87
Betrieb: WWD Küste
Um mit diesem Gerät auch Planierungsarbeiten durchführen zu können, wurde die Halterung des Schneeschiebers entsprechend umgebaut.

Aushubverteiler für das Gerätesystem MTS 82 mit Instandhaltungsgerät B 716
Reg.-Nr. 1/87 (NVe)
Betrieb: WWD Küste
Durch den Anbau eines Erdaushubverteilers am Gerätesystem MTS 82 wird erreicht, daß während der Phase des Weiterrückens des Gerätes von einer Arbeitsstelle zur anderen der Aushub planiert wird.

Probenahmegerät „Großwasserschöpfer"
Reg.-Nr. NV 21/41/11/8
Betrieb: WWD Küste
Die Neuerung verfügt über eine verbesserte Schließvorrichtung, das Gerät zeichnet sich durch Robustheit und größeres Fassungsvermögen aus. Der Einsatz ist vor allem in küstennahen Bereichen und Oberflächengewässern vorteilhaft, wo oft größere Probemengen benötigt werden.

Mobiler Schlammstecher zur Entnahme ungestörter Sedimentproben
Reg.-Nr. NVe XV/87-13.3
Betrieb: WWD Untere Elbe
Der Schlammstecher ist ein limnologisches Untersuchungsgerät zur Entnahme ungestörter Sedimentproben aus Fließ- und Standgewässern. Er besteht aus Stechrohr, Verschlußstück, Haltegestänge, Auslösemechanismus, Fallgewicht und Halteleine. Vom Boot, Bootssteg oder von einer Brücke aus wird das Gerät in das Gewässer gesenkt. Es dringt auf Grund seines spezifischen Gewichtes in das Sediment ein.

Pneumatische Regelbausteine für Wasserzählerprüfstände
Reg.-Nr. NV 07-119/86 (IM-4)
Betrieb: VEB WAB Magdeburg
Die Neuerung teilautomatisiert den gesamten Prüfablauf an Hauswasser- und Großwasserzählerprüfständen durch eine Steuerung des DRELOBA-Systems. Der Prüfvorgang läuft nach einer festgelegten Technologie ab. Die Steuerung erfolgt über die Meßwerterfassung, die im Eichbehälter untergebracht ist. Fehlbedienungen werden ausgeschlossen.

Verfahren zur Herstellung eines radial aufgeweiteten, form- und dimensionsbeständigen, innen kalibrierten, thermoplastischen Rohrendes sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens
Aktenzeichen B 29 C/293 499
Anmelder: VEB WAB Neubrandenburg
Mit dem Verfahren und der dazugehörigen Vorrichtung können Rohrenden mit angeformter Steckmuffe industriell sowie in Werkstätten hergestellt und zu Formstücken weiterverarbeitet werden.
Als Werkzeuge fungieren zwei ineinanderpassende zylindrische Hohlkörper, die bei Ineinanderschieben das vorher erwärmte und in den zylindrischen Hohlkörpern sitzende Rohrende erfindungsgemäß in einem Arbeitsgang aufweiten und stauchen. Dabei bildet sich gleichzeitig eine Sicke, die pneumatisch oder hydraulisch zur maßgerechten Nut ausgeformt wird. Nach anschließender Kühlung bis zur Formbeständigkeit der angeformten Steckmuffe am Rohrende werden die zylindrischen Hohlkörper auseinandergeschoben, das Rohrende wird herausgenommen und kann weiterverarbeitet werden.

Informationen zu den neuen Bedingungen für die Ableitung des Abwassers durch öffentliche Abwasseranlagen

Dipl.-Ing. Bernhard KLIPSTEIN, KDT
Beitrag aus dem Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

Am 1. 7. 1988 traten die neuen Abwassereinleitungsbedingungen in Kraft.
Sie lösen die Abwassereinleitungsbedingungen vom 20. 7. 1978 ab, die fast zehn Jahre lang eine wirksame rechtliche Grundlage für die ordnungsgemäße und bedarfsgerechte Ableitung und Behandlung des Abwassers der Bevölkerung, der Industrie und der Landwirtschaft durch öffentliche Abwasseranlagen bildeten.
Die Veröffentlichung erfolgte im Gesetzblatt der DDR Teil I, Nr. 3 vom 8. 2. 1988. Mit den neuen Abwassereinleitungsbedingungen wird angestrebt, die Rechtsbeziehungen zwischen den Versorgungsträgern und den Bedarfsträgern so zu gestalten, daß eine Erhöhung der Effektivität der öffentlichen Abwasseranlagen, besonders hinsichtlich des Wirkungsgrades und des Kläreffekts der Abwasserbehandlungsanlagen, und damit ein besserer Gewässerschutz erzielt wird. Durch Senkung der über öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen aus Betrieben eingeleiteten Abwasserlast ist die Verfügbarkeit des Wasserdargebots nach Menge und Beschaffenheit zur ständigen Verbesserung der Wasserbilanz und zur Sicherung der Trinkwasserversorgung zu erhöhen.

Was ist neu geregelt?

- Die bewährten Regelungen der Abwassereinleitungsbedingungen aus dem Jahr 1978 wurden durchgängig den zwischenzeitlich veränderten gesetzlichen Grundlagen angepaßt. Das betrifft besonders die Berücksichtigung des Zivilgesetzbuches /1/, des Vertragsgesetzes /2/ und des Wassergesetzes /3/.

- Den Betrieben und Einrichtungen der Wasserwirtschaft ist die Aufgabe gestellt, gemeinsam mit dem Bauwesen im laufenden Fünfjahrplan bis 1990 für 593000 Neubauwohnungen und 471000 modernisierte Wohnungen die Voraussetzungen für eine schadlose Abwasserableitung und effektiver Abwasserbehandlung zu schaffen. Dazu werden zunehmend moderne und effektive Bauweisen und Technologien eingesetzt. Ausgehend davon wurde in § 6, Abs. 2 in Verbindung mit § 7, Abs. 3 die Verantwortung für den Betrieb und die Instandhaltung von gebäudeverlegten Abwasserkanälen, die entsprechend den Grundsätzen einer gemeinsamen Richtlinie des Ministeriums für Bauwesen und des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft /4/ zur Ableitung des Abwassers aus volkseigenen und genossenschaftlichen Wohngebäuden errichtet werden, neu den VEB WAB übertragen.

- Gegenwärtig sind in der DDR für 12,1 Millionen Bürger Anschlüsse an die öffentlichen Abwasseranlagen vorhanden. Es besteht das Ziel, bis 1990 für weitere 400000 Bürger Anschlüsse herzustellen. Hierzu hat der Ministerrat am 14. 2. 1985 einen entsprechenden Beschluß gefaßt. Dieser sieht vor, die volkswirtschaftliche Masseninitiative stärker auf die Erweiterung und Schaffung neuer Kanalisationsnetze und Abwasserbehandlungsanlagen in den Städten und Gemeinden zu richten.
Bisher wurden auf der Grundlage dieses Ministerratsbeschlusses für rund 150000 Bürger Anschlüsse an die öffentlichen Abwasseranlagen hergestellt. Die dadurch entstehenden Rechtsbeziehungen zwischen den Bedarfsträgern und den VEB WAB werden durch die neuen Abwassereinleitungsbedingungen detailliert geregelt.

- Für die Bedarfsträger ergibt sich vor allem die Verpflichtung zur ordnungsgemäßen Errichtung und Instandhaltung ihrer Grundstücksleitungen, einschließlich Revisionsschacht und Rückstausicherung (§ 7, Abs. 2). Eine besondere Verpflichtung zur Rückstausicherung besteht dabei für die Räume, deren Fußbodenoberkante unter der Rückstauebene liegt (§ 12, Abs. 3).
Zur Verhinderung von Schäden am persönlichen Eigentum der Bürger durch Rückstau von Abwasser wurde neu in die Abwassereinleitungsbedingungen aufgenommen, daß der Versorgungsträger bei Neuanschlüssen die Bedarfsträger auf ihre Pflicht gegen Rückstau hinweist und bei vorhandenen Anschlüssen die Rückstauebene öffentlich bekanntgeben muß. Wenn der Versorgungsträger festgelegt oder bekanntgegebene Rückstauebenen verändern muß und dadurch entweder Rückstausicherungen verändert oder überhaupt erst eingebaut werden müssen, ist der Versorgungsträger zur Sicherung der Grundstücksleitung des Bedarfsträgers gegen Rückstau verpflichtet.

- Aus der vom XI. Parteitag der SED beschlossenen Fortführung der ökonomischen Strategie ergibt sich u. a., daß die öffentlichen Abwasseranlagen vordringlich für die Ableitung der Abwässer der Bevölkerung einzusetzen sind. Betriebe und Staatsorgane können ihre Abwässer nur dann in öffentliche Anlagen einleiten, wenn durch eine Wasserbilanzentscheidung der Staatlichen Gewässeraufsicht gemäß § 16, Abs. 1 des Wassergesetzes festgestellt wurde, daß die Nutzung bestehender öffentlicher Anlagen volkswirtschaftlich günstiger ist als die Errichtung neuer, gesonderter Anlagen.
Neu wurde daher in den Abwassereinleitungsbedingungen festgelegt, daß entscheidende Voraussetzung für den Anschluß dieser Bedarfsträger die Vorlage der Bilanzentscheidung ist (§ 3, Abs. 1). Die VEB WAB als Versorgungsträger sind beim Vorliegen einer entsprechenden Wasserbilanzentscheidung ihrerseits hieran gebunden und zum Anschluß dieser Betriebe und Staatsorgane an die öffentlichen Abwasseranlagen verpflichtet (§ 3, Abs. 3).

- Zum Schutz der natürlichen Umwelt und zur Sicherung einer rationellen Wasserverwendung obliegen Betrieben, die ihre Produktionsabwässer in öffentliche Abwasseranlagen einleiten, umfangreiche Pflichten. So besteht für eine Reihe von Stoffen ein Einleitungsverbot, andere dürfen bestimmte Konzentrationen nicht überschreiten, müssen also eine Vorreinigung durchlaufen. Damit wird den Betrieben ein weiterer Anreiz zur Senkung ihres spezifischen Aufwandes an Rohstoffen durch Wertstoffrückgewinnung gegeben. § 13 enthält hierzu die entscheidenden Grundsätze. Die Einleitung von Abwasser in öffentlichen Abwasseranlagen darf vor allem dann nicht erfolgen, wenn die Abwässer hygienische Gefährdungen darstellen und Schäden in den Gewässern oder auf landwirtschaftlichen Nutzflächen verursachen könnten und die Funktion der Abwasserbehandlungsanlagen gestört wird. Grundsätzlich darf das Abwasser keine giftigen, infektiösen, radioaktiven, explosiblen, quellenden, klebenden, sperrigen und faserigen Stoffe, Einstreu und Emulsionen sowie Erzeugnisse aus Plaste und Folie enthalten. Ein absolutes Einleitungsverbot besteht für Jauche und Gülle, andere landwirtschaftliche Abprodukte sowie Wasserschadstoffe.

- Zur Einhaltung dieser in § 13 enthaltenen Grundsätze legt der Versorgungsträger für das Abwasser von Betrieben und Staatsorganen, deren Abwassermenge und -beschaffenheit die öffentlichen Abwasseranlagen wesentlich beeinflußt und mit denen daher Abwassereinleitungsverträge in Urkundenform abgeschlossen werden, Maximalwerte fest (§ 14, Abs. 1 in Verbindung mit § 10, Abs. 1). Bei der Festlegung dieser Maximalwerte gehen die VEB WAB von den konkreten Bedingungen der jeweiligen Abwassereinleitung aus und haben dabei vor allem die Technologie der Abwasserbehandlung beider Vertragspartner, die von der Staatlichen Gewässeraufsicht festgelegten Grenzwerte der Inhaltstoffe, staatliche Normative für die Wertstoffrückgewinnung sowie die von der Staatlichen Hygieneinspektion erteilten Auflagen zu berücksichtigen (§ 14, Abs. 1).
Zur Überwindung formaler Arbeitsweisen bei der Maximalwertfestlegung wird in den neuen Abwassereinleitungsbedingungen auf die Vorgabe einheitlicher Richtwerte verzichtet. Dafür werden jedoch die Abwasserinhaltstoffe

vorgegeben, für die Maximalwerte festzulegen sind (§ 14, Abs. 7). Genannt sind in der Aufzählung vor allem absetzbare, abfiltrierbare und extrahierbare Stoffe, Mineralöle, tierische und pflanzliche Fette, Phenole, alle Schwermetalle und Cyanid. Darüber hinaus sind die VEB WAB verpflichtet, in Abstimmung mit der Staatlichen Gewässeraufsicht und mit der Staatlichen Hygieneinspektion für weitere, in § 14, Abs. 7 nicht genannte Abwasserinhaltstoffe Maximalwerte festzulegen, wenn neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse oder besondere Bedingungen beim einzelnen Bedarfsträger dies erfordern (§ 14, Abs. 7). Das verlangt von den Versorgungsträgern eine intensivere Zusammenarbeit mit den Bedarfsträgern.

- Als Übergangsregelung können für Betriebe und Einrichtungen, die mit Inkrafttreten der Abwassereinleitungsbedingungen die erforderlichen Maximalwerte bei einzelnen Inhaltstoffen objektiv nicht einhalten können, befristete Maximalwerte festgelegt werden (§ 14, Abs. 5).

- Um zu gewährleisten, daß alle besonders schädlichen Abwasserinhaltstoffe für die Maximalwertfestlegung erfaßt werden und um im Havariefall sofort eine gezielte Schadstoffbekämpfung durchführen zu können, wurde in den Abwassereinleitungsbedingungen neu eine Verpflichtung der Bedarfsträger geregelt, dem Versorgungsträger den Umgang mit Giften der Abteilung 1 und 2[1)] sowie mit Wasserschadstoffen der Kategorie I[2)] mitzuteilen (§ 13, Abs. 4). Aus der Mitteilung müssen sich Art und Menge der Gifte und Wasserschadstoffe sowie die Art des Umgangs ergeben.

- Betriebe und Staatsorgane als Bedarfsträger haben, soweit für die Einhaltung der Grundsätze für die Abwassereinleitung (§ 13) und für die Einhaltung der Maximalwerte eine Vorreinigung erforderlich ist, die entsprechenden Vorreinigungsanlagen zu errichten (§ 7, Abs. 5). Die Vorreinigung ist entsprechend dem wissenschaftlich-technischen Höchststand mit dem Ziel durchzuführen, die Maximalwerte zu unterschreiten (§ 14, Abs. 2).
Festlegungen über Vorreinigungsanlagen sowie Maßnahmen der rationellen Wasserverwendung und der Wertstoffrückgewinnung gehören zu den rechtlich festgelegten wesentlichen Bestandteilen des Abwassereinleitungsvertrages in Urkundenform zwischen den Betrieben als Bedarfsträgern und den VEB WAB als Versorgungsträgern (§ 10, Abs. 2).

- Führen Bedarfsträger Maßnahmen der rationellen Wasserverwendung oder der Wertstoffrückgewinnung durch, in deren Ergebnis der Wassereinsatz und der Abwasseranfall deutlich reduziert wird, so verändert sich die Konzentration ihrer Abwasserinhaltstoffe. In diesen Fällen können sie beim Versorgungsträger einen Antrag auf Neufestlegung der Maximalwerte stellen (§ 14, Abs. 4). Mit dieser neuen Regelung wurde einem vielfach geäußerten Bedürfnis der Praxis entsprochen. Es soll damit gesichert werden, daß die planmäßige Durchführung von Maßnahmen der rationellen Wasserverwendung dem Bedarfsträger nicht durch Überschreitung der Maximalwerte ökonomische Nachteile bringt. Allerdings darf die Neufestlegung der Maximalwerte auch in diesen Fällen nicht zu einer Erhöhung der Abwasserlast führen, besonders bei den Abwasserinhaltstoffen. Aufgabe des Versorgungsträgers ist es, in diesen Fällen sachkundig den Wert als Maximalwert zu bestimmen, der die Maßnahmen der rationellen Wasserverwendung stimuliert ohne die Abwasserlast zu erhöhen.

- Besonders hinzuweisen ist auf die Pflicht der Bedarfsträger, die Abwassermenge und die Abwasserinhaltstoffe, für die Maximalwerte festgelegt sind, selbst zu kontrollieren. Dem Versorgungsträger sind auf Verlangen entsprechende Nachweise zu erbringen. Werden bei der Eigenkontrolle Überschreitungen der Abwassermenge und der Maximalwerte oder Verstöße gegen die Einleitungsverbote festgestellt, sind diese dem Versorgungsträger unverzüglich zu melden (§ 13, Abs. 5). Hier besteht ein großer Nachholebedarf bei den Bedarfsträgern. Über die Abwassereinleitungsverträge sind deshalb konkrete Festlegungen zur ordnungsgemäßen Messung zu sichern und Maßnahmen zur Erarbeitung und Durchsetzung von betrieblichen Meßkonzeptionen zu vereinbaren.

- Die VEB WAB führen regelmäßig Kontrollen über die Einhaltung der Maximalwerte durch und informieren die Betriebe bei festgestellten Überschreitungen oder bei Verstößen gegen bestehende Einleitungsverbote. Neu aufgenommen wurde eine Verpflichtung des Versorgungsträgers, bei festgestellten Maximalwertüberschreitungen oder Verstößen gegen die Einleitungsverbote den Bedarfsträger hierüber unverzüglich, spätestens jedoch innerhalb von sieben Werktagen nach der Probenahme, zu informieren (§ 15, Abs. 4). Damit soll der Bedarfsträger in die Lage versetzt werden, sofort Maßnahmen zur Einhaltung der Maximalwerte einzuleiten.

- Die Betriebe und Einrichtungen aller Wirtschaftsbereiche werden bei der Erfüllung der sich aus den neuen Abwassereinleitungsbedingungen ergebenden Aufgaben von den VEB WAB als ihren Vertragspartnern wirksam unterstützt. Die VEB WAB gewähren fachliche Anleitung und Beratung bei der Realisierung von Maßnahmen der rationellen Wasserverwendung und der Wertstoffrückgewinnung sowie bei der Errichtung und beim ordnungsgemäßen Betrieb von Vorreinigungsanlagen. Die Abwassereinleitungsbedingungen enthalten aber auch Sanktionen in Form von Vertragsstrafen, wenn Betriebe ihre Pflichten zur Vorreinigung nicht nachkommen und die vorgegebenen Maximalwerte überschreiten bzw. gegen festgelegte Einleitungsverbote verstoßen (§ 20 und Anlage 3). Bei Überschreitung von Maximalwerten bei Inhaltstoffen mit besonders schädlicher und toxischer Wirkung wurden die Vertragsstrafen erhöht. Eine Erhöhung erfolgt z. B. für Säureverbrauch von 6,– M/Kval auf 30,– M/Kval, für Basenverbrauch von 12,– M/Kval auf 60,– M/Kval, für Mineralöle von 5,– M/kg auf 150,– M/kg, für tierische und pflanzliche Fette von 5,– M/kg auf 40,– M/kg und bei Giften und Wasserschadstoffen der Kategorie I von 100,– M/kg auf 150,– M/kg. Außerdem wurde die Vertragsstrafe für die Überschreitung der vereinbarten Abwasserhöchstmenge von 0,30 M je m³ auf 0,80 M je m³ erhöht (§ 19, Abs. 1).

- Der Entwicklung und dem Ausbau des vorbeugenden Gesundheitsschutzes tragen die neuen Abwassereinleitungsbedingungen Rechnung. Sie wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Gesundheitswesen erarbeitet. Der Staatlichen Hygieneinspektion als dem zuständigen staatlichen Kontrollorgan in allen Bereichen der Volkswirtschaft wurden weitgehende Mitwirkungsrechte und Kontrollpflichten eingeräumt. Die Kontrollbefugnis der Staatlichen Hygieneinspektion drückt sich vor allem darin aus, daß Betriebe und Staatsorgane als Bedarfsträger dem Antrag auf Anschluß an die öffentlichen Abwasseranlagen bei gesundheitsbeeinträchtigenden Abwasserinhaltstoffen eine Zustimmung der zuständigen Staatlichen Hygieneinspektion beifügen müssen (§ 3, Abs. 1). Darüber hinaus wirkt die Staatliche Hygieneinspektion bei der Festlegung der Maximalwerte für gesundheitsbeeinträchtigende Abwasserinhaltstoffe mit. Der Versorgungsträger ist verpflichtet, die Maximalwertfestlegung für diese Stoffe mit der Staatlichen Hygieneinspektion abzustimmen (§ 14, Absätze 1, 5 und 6).
Betriebe und Staatsorgane als Bedarfsträger haben alle erforderlichen Voraussetzungen zu schaffen, daß durch rationelle Wasserverwendung und Rückgewinnung von Wertstoffen bis 1991 das Einbringen von Wasserschadstoffen wie Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Cobalt, Quecksilber, Zink, Bor und Molybdän in öffentliche Abwasseranlagen beseitigt wird (§ 26, Abs. 3).
In den Plan der rationellen Wasserverwendung und des Gewässerschutzes sind die erforderlichen Maßnahmen hierfür einzuordnen.

1) Die Gifte der Abteilung 1 und 2 ergeben sich aus der 2. DB vom 16. 8. 1984 zum Giftgesetz – Verzeichnis eingestufter Gifte – (Sonderdruck Nr. 1192 des Gesetzblattes)

2) Die Kategorien der Wasserschadstoffe ergeben sich aus dem Wasserschadstoffkatalog, zu beziehen vom Institut für Wasserwirtschaft, Schnellerstraße 140, Berlin, 1190

Literatur

/1/ Zivilgesetzbuch vom 19. Juni 1975 (GBl. I Nr. 27, S. 465)
/2/ Vertragsgesetz vom 25. März 1982 (GBl. I Nr. 14, S. 293)
/3/ Wassergesetz vom 2. Juli 1982 (GBl. I Nr. 26, S. 467)
/4/ Richtlinie vom 1. Juli 1986 über die Projektierung und Ausführung von gebäudeverlegten Abwasserleitungen mit Öffentlichkeitscharakter (Bauforschung – Baupraxis Heft 193, zu beziehen bei der Bauinformation, Wallstr. 27, Berlin, 1020, Best.-Nr. 804 299 8)

Tagungsankündigung

Die Kammer der Technik und der EGL Abwasser- und Schlammbehandlung bereiten gemeinsam die
wissenschaftlich-technische Tagung
„Intensivierung der Abwasserbehandlung in kleineren und mittelgroßen Anlagen"
am 20./21. 12. 1988 in Gera vor.
Auskünfte erteilen der BV Gera und das Präsidium der KDT, FV Wasser
Clara-Zetkin-Str. 115/117
Berlin, 1086

Rückschlagklappen in Wasserförderanlagen
Teil I: Grundlagen
Teil II: – Anwendung – folgt in WWT 8/1988

Dr. sc. techn. Dietrich LUDEWIG, KDT; Dr.-Ing. Horst ELSNER, KDT; Dipl.-Ing. Rainer MEHLHASE, KDT
Beitrag aus der Wasserwirtschaftsdirektion Berlin, Institut für Wasserwirtschaft, und dem VEB Projektierung Wasserwirtschaft

1. Allgemeines

Rückschlagklappen werden in Wasserförderanlagen als Rückflußverhinderer eingesetzt, um nach Pumpenabschaltungen die Entleerung des Rohrleitungssystems und das Rückwärtslaufen der Pumpen zu vermeiden.
Rückschlagklappen werden in mehreren Bauformen aus verschiedenen Werkstoffen hergestellt. Das Liefersortiment der DDR-Armaturenindustrie enthält gegenwärtig für Baugrößen ≧ DN 150 im wesentlichen
- einflüglige Rückschlagklappen (in traditioneller Bauform)
  - mit innenliegender Welle oder
  - mit durchgeführter Welle, Hebel und Zusatzmasse oder Schließfeder
- Gruppenrückschlagklappen.

Bild 1 zeigt diese Bauformen in schematischer Darstellung.
In Anlagen, in denen nach der Abschaltung der Pumpen die Strömungsrichtung des Fördermediums sehr schnell wechselt, also Rückfluß einsetzt, werden Rückschlagklappen häufig von der Rückströmung zugerissen. Dabei entstehen die gefürchteten Klappenschläge, die meistens mit hohen Innendrücken und entsprechenden Stoßbelastungen sowie teilweise mit Erschütterungen und Schwingungen des Rohrleitungssystems verbunden sind.

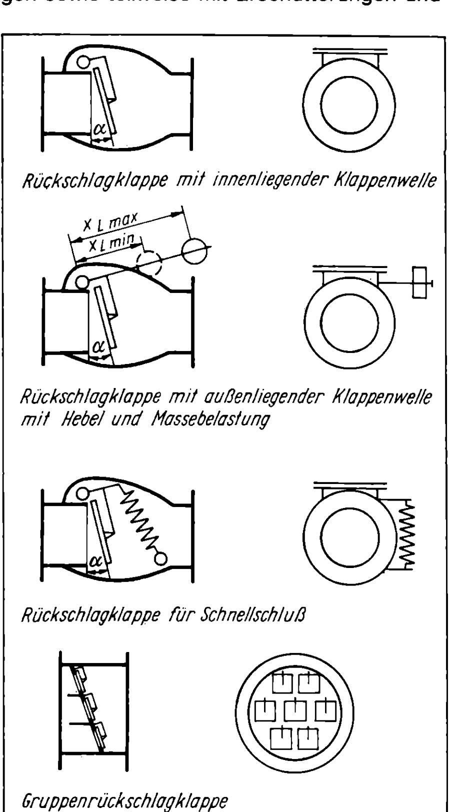


Bild 1: Bauformen der Rückschlagklappen

Einige spektakuläre Schadensfälle in Pumpwerken, die mehrere Jahre zurückliegen, haben gezeigt, daß es unumgänglich ist, bei der Auswahl der Rückflußverhinderer die strömungstechnischen Gesichtspunkte verstärkt einzubeziehen.
Neben den Auswahlkriterien
- **Betriebsdruck** (einschließlich Druckstoß)
- **Durchfluß und Strömungsgeschwindigkeit**
- **Durchflußwiderstand und Druckverlust**

ist der Vergleich der Auslaufzeit der Rohrströmung mit der kleinstmöglichen Schließzeit der zu wählenden Rückschlagklappe unter den speziellen Einsatzbedingungen sehr wichtig.
Die Gefahr von Klappenschlägen besteht vor allem in Anlagen, in denen trägheitsarme Pumpensätze durch kurze Druckrohrleitungen gegen ein hohes Druckniveau arbeiten, das sich bei Pumpenabschaltung nicht oder nur langsam vermindert.
Das sind
- Anlagen mit kurzer Druckrohrleitung und mittlerer oder großer Förderhöhe
- Anlagen mit förderseitig angeordnetem Druckkessel
- Anlagen mit Einzelmaschinenabschaltung im Parallelbetrieb mehrerer Pumpen, die auf eine Sammeldruckleitung arbeiten.

Dabei sind Anlagen mit einflügeligen Rückschlagklappen großer Nenndurchmesser (≧ DN 150) wegen der größeren Massenträgheit der Klappenflügel besonders gefährdet. (Bei Gruppenrückschlagklappen der Bauart MAW ist die Schließzeit der Einzelklappen vom Nenndurchmesser weitgehend unabhängig.)
Wird ein Pumpensatz erst nach dem Schließen des druckseitig angeordneten Absperrorgans abgeschaltet, besteht die Gefahr des Klappenschlages nicht.
Um die Eignungsprüfung und richtige Auswahl der Rückschlagklappen für die Projektanten zu erleichtern, wurde im VEB Projektierung Wasserwirtschaft gemeinsam mit dem Institut für Wasserwirtschaft die Richtlinie WARI 1.07 „Hinweise zum Einsatz von Rückschlagklappen in Wasserförderanlagen" (Ausgabe Dez. 1985) erarbeitet.
Anschließend entstand im Institut für Wasserwirtschaft im Auftrage des VEB Projektierung Wasserwirtschaft das Rechenprogramm EDV 118 für Büro- und Personal-Computer BC 5120/PC 1715. Mit ihm kann die Auslaufzeit der Rohrströmung auch in sehr komplexen Pump- und Rohrleitungssystemen berechnet und die Eignungsprüfung für Rückschlagklappen rechnergestützt vorgenommen werden.

2. Die Auslaufzeit der Rohrströmung

Die Auslaufzeit der Rohrströmung wurde bisher meistens nach dem von *Lewinsky-Kesslitz* vorgeschlagenen Näherungsverfahren /1/ abgeschätzt. Es fußt auf systematischen Pumpenauslaufberechnungen für den Anlagentyp
Behälter – Pumpe – Rückschlagklappe – Rohrleitung – Behälter
mit einem Rohrreibungsanteil von 10 % der Pumpenförderhöhe. Der Zeitpunkt der Strömungsumkehr in einer Pumpleitung kann für annähernd reibungsfreie Strömung auch mit Hilfe eines Diagramms von *Parmakian* /2/ und für reibungsbehaftete Strömung mit Hilfe eines Diagramms von *Kinno* und *Kennedy* /3/ abgeschätzt werden.
Die Auslaufzeiten, die man mit diesen Näherungsverfahren für eine bestimmte Pumpanlage berechnet, stimmen nicht überein und sie weichen z. T. auch von dem Ergebnis ab, das man durch ausführliche schrittweise Berechnung des instationären Vorgangs unter Verwendung eines Druckstoßsimulators erhält. Bei wiederholten Vergleichen für mehrere Anlagen zeigten sich insbesondere nach dem Verfahren von *Lewinsky-Kesslitz* relativ große Auslaufzeiten, die für die Beurteilung der Klappenschlaggefahr auf der unsicheren Seite lagen.
Die Richtlinie WARI 1.07 stützt sich auf /3/. Damit kann die Auslaufzeit der Rohrströmung in Abhängigkeit von der Rohrleitungskonstante, dem Rohrreibungsanteil, der Druckwellenreflexionszeit und einer sog. Pumpenkonstante ermittelt werden. Bei Pumpanlagen mit Druckkessel oder bei Einzelmaschinenabschaltungen ist die Voraussetzung der Näherungsverfahren, daß die Druckabfallwelle des Pumpenauslaufs an einem Behälter unter Vorzeichenumkehr total reflektiert wird, nicht erfüllt. Die WARI 1.07 zeigt für solche Anlagen mit Teilreflexionen Möglichkeiten, wie die maßgebende Rohrleitungslänge geschätzt bzw. wie die Drucksenkung in der Sammeldruckleitung näherungsweise erfaßt werden kann. Es wird für solche Anlagen aber dringend geraten, das Rechenprogramm EDV 118 zu benutzen. Mit ihm werden alle Druckwellenteilreflexionen und -überlagerungen im Zusammenwirken der Netzkomponenten komplex berücksichtigt. Erfahrungsgemäß sind die so berechneten Auslaufzeiten der Rohrströmung größer als die näherungsweise ermittelten und realer, so daß z. T. unnötig scharfe Forderungen nach dem Schnellschluß von Rückschlagklappen vermieden werden.

3. Die Schließzeiten der Rückschlagklappen

Die kleinstmöglichen Schließzeiten der Rückschlagklappen sind z. T. konstruktionsbe-

dingt, z. T. sind sie von den Einsatzbedingungen und Strömungsverhältnissen abhängig. Die Armaturenhersteller haben für einige Typen und verschiedene Baugrößen die sog. Freifallzeit t_{FF} des Klappenflügels für verschiedene Öffnungswinkel in ruhendem Wasser durch Versuche und vergleichende Berechnungen ermittelt.

In der realen Pumpanlage ist zum Abschaltzeitpunkt der Pumpe das öffnend wirkende Moment der Strömungskräfte am Klappenflügel mit dem schließend wirkenden Moment der Massenkraft im Gleichgewicht. Das Schließmoment kann den Klappenflügel erst dann beschleunigen, wenn das Moment der Strömungskräfte abnimmt und Hemmung sowie Reibmoment überwunden werden. Die reale kleinstmögliche Klappenschließzeit wird deshalb nach den Angaben der Armaturenhersteller mit dem Verlängerungsfaktor K zu

$$t_{S\min} = K \cdot t_{FF} \qquad (1)$$

berechnet. Werte nach dieser Formel gelten aber nur für solche Anströmgeschwindigkeiten v_0, für die der Klappenflügel noch nicht an den oberen Anschlag gepreßt wird, d. h., für die der Klappenöffnungswinkel α kleiner als α_{max} ist.

Für größere Anströmgeschwindigkeiten muß eine Totzeit in der Klappenbewegung beachtet werden, denn der Klappenflügel kann sich erst vom Anschlag lösen, wenn die Anströmungsgeschwindigkeit unter den Wert $v_{\alpha max}$, der für die volle Öffnung benötigt wird, gefallen ist.

In der WARI 1.07 sind die von den Armaturenherstellern erhältlichen kleinstmöglichen Klappenschließzeiten in Tabellenform zusammengestellt worden. Nach der Wahl des Typs der Rückschlagklappe und der Baugröße (Nenndurchmesser) kann für den vorgegebenen Betriebsdurchfluß die Strömungsgeschwindigkeit in der Rückschlagklappe berechnet werden. Aus ihr folgt der voraussichtliche Öffnungswinkel, für den die Freifallzeit t_{FF} und der Verlängerungsfaktor K abgelesen werden können.

Die kleinstmögliche Schließzeit ergibt sich nach Gl. (1).

Der Vergleich mit der Auslaufzeit der Rohrströmung ist die eigentliche Eignungsprüfung der vorgesehenen Rückschlagklappe im Hinblick auf die Klappenschlaggefahr:

für Klappenöffnungswinkel $\alpha < \alpha_{max}$ wird

$$t_A \geqq K \cdot t_{FF} \qquad (2)$$

gefordert,

für Klappenöffnung bis zum Anschlag gilt

$$t_A \geqq K \cdot t_{FF} \cdot \frac{v_0}{v_{\alpha max}} \qquad (3)$$

Diese Eignungsprüfung kann auch mit dem Rechenprogramm EDV 118 vorgenommen werden.

4. Druckstoß beim Klappenschlag

In Bild 2 sind die typischen zeitlichen Verläufe von Druck, Strömungsgeschwindigkeit, Klappenöffnungswinkel und Pumpendrehzahl für die Abschaltung einer Pumpe im Parallelbetrieb mehrerer Maschinen dargestellt.

Zur Zeit $t = 0$ wird der Pumpenmotor vom Netz getrennt. Die Strömungsgeschwindigkeit fällt bis zur Zeit $t = t_A$ auf Null und wird dann negativ (Rückströmung). Der Klappenflügel bewegt sich im ersten Teil des Auslaufvorgangs noch nicht, weil das öffnend wirkende Moment der Strömungskräfte unter den Wert des schließenden Moments der Massenkraft fallen muß. Zur Zeit $t = t_A$ hat die Klappe noch eine große Restöffnung. Dann wird der Flügel rückwärts angeströmt, seine Bewegung wird stark beschleunigt. Zur Zeit $t = t_x$ schlägt der Flügel auf den Sitz und sperrt die Rückströmung ab. Der Druck steigt schlagartig auf den Spitzenwert p_{max}.

Die Pumpe wurde in der Zeit $t_A < t < t_x$ rückwärts durchströmt, drehte sich aber noch vorwärts. Ihr instationärer Arbeitspunkt lag im sog. Bremsbereich.

Der Spitzenwert des Drucks p_{max} ist vor allem vom Rückfluß abhängig, den die Klappe im Schließzeitpunkt $t = t_x$ absperrt, zusätzlich von der effektiven Absperrzeit t_{eff} im Vergleich zur Reflexionszeit der Druckwellen t_R für den Rohrleitungsabschnitt zwischen Rückschlagklappe und Sammeldruckleitung. Für einen trägheitsfrei schließenden Rückflußverhinderer, der zur Zeit $t = t_A$ seine Schließ-Stellung erreicht, wäre der zeitliche Druckverlauf (1) des Bildes 3 zu erwarten. Für spätere Schließ-Zeitpunkte würden sich die Druckverläufe (2), (3) oder (4) ergeben.

Für effektive Absperrzeiten t_{eff}, die kleiner als t_R sind, kann die Druckerhöhung nach der *Joukowsky*-Formel

$$\Delta h = \frac{a}{g} \cdot |v_{Rückströmung}| \quad \text{oder} \qquad (4)$$

$$\Delta p = \varrho \cdot a \cdot |v_{Rückströmung}| \qquad (5)$$

abgeschätzt werden. Für die zeitliche Entwicklung der Rückströmung kann in den ersten Zehntelsekunden nach der Strömungsumkehr ein annähernd linearer Verlauf der v-t-Kurve angenommen werden.

Neben diesem Spitzenwert des Druckes sind auch die Abläufe auf der Pumpenseite der Rückschlagklappe zu beachten. Wenn die Rückströmung plötzlich abgeschnitten wird, muß der Druck auf der Pumpenseite ruckartig fallen (Verzögerungsdruckwelle in Richtung Pumpe). Es kann Unterdruck auftreten. Sinkt der Druck bis auf den Dampfdruck ab, bildet sich ein Hohlraum (Kavitationsblase). Das Wasser würde dann von der Saugseite durch die Pumpe in den Hohlraum hineinschlagen. In Abhängigkeit von den Längen der saugseitigen Zuflußleitung und der Leitung zwischen Pumpe und Rückschlagklappe könnte beim Kavitationsschlag ein Druckstoß entstehen, der die Klappe nochmals kurz öffnet. Diese Druckbelastungen sind nach Kenntnis der Verfasser bisher noch nicht untersucht worden.

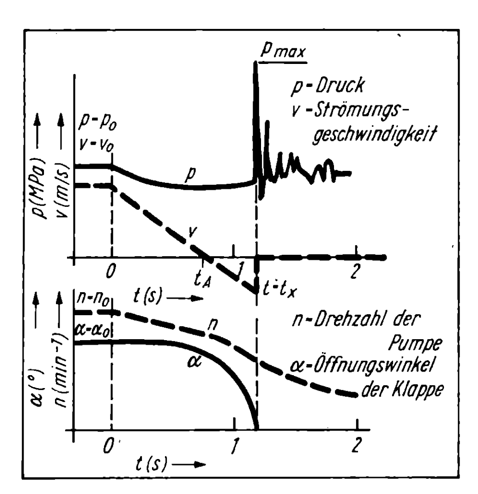


Bild 2: Zeitliche Verläufe von Zustandswerten bei Pumpenausfall und Klappenschlag

5. Stoßbelastung der Rohrleitungen

Bei einem Klappenschlag wird durch den Aufprall des Klappenflügels auf den Sitz, vielmehr aber durch den plötzlichen Druckanstieg eine Stoßkraft in das Rohrleitungssystem der Pumpanlage eingetragen. Betrag und Zeitdauer der Stoßkraft sind abhängig von

- der Masse des Klappenflügels und seiner Aufprallgeschwindigkeit auf den Sitz
- den Druckänderungen beidseitig der Klappe und den zeitlichen Druckgradienten
- der Rohrquerschnittsfläche
- der Rohrleitungsführung, durch die die Punkte der Kraftkompensation und Druckwellenreflexion sowie die Druckwellenlaufzeiten festgelegt sind.

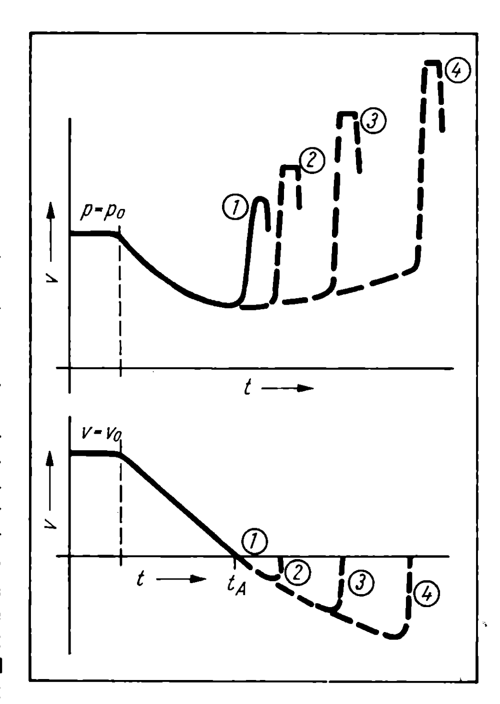


Bild 3: Druckstoß bei verspätetem Schließen

Die Auswirkungen der Stoßkraft auf das statische System sind von den Federkonstanten der einzelnen Bauteile, den Lagerungen und den zu bewegenden Massen abhängig. Es können sich Erschütterungen, gedämpfte Schwingungen, einmalige Ausschläge oder bleibende Verformungen der Bauteile zeigen. Eine überschlägliche Berechnung ist nicht möglich.

Lange, gerade Rohrleitungsabschnitte zwischen Rückschlagklappe und Reflexionspunkt begünstigen das Entstehen nichtausgeglichener Kräfte; sie sind nur vertretbar, wenn der betroffene Rohrleitungsabschnitt einseitig verankert ist.

6. Weitere Hinweise

Durch Einbeziehen des druckseitigen Absperrorgans (Schieber, Abdichtklappe, Ventil) in das Anfahr- und Abschaltprogramm der Pumpe, d. h., die Pumpe wird erst nach dem Schließen dieses Absperrorgans abgeschaltet, kann die kritische Belastung der Rückschlagklappe auf die Fälle unbeabsichtigter

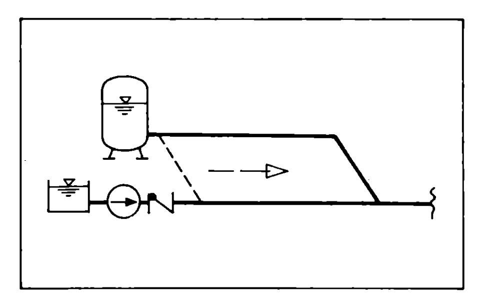


Bild 4: Verlängerte Druckkesselanschlußleitung

Energieunterbrechung (Netzausfall) beschränkt werden.
Bei Pumpstationen mit mehreren parallelarbeitenden Pumpen und Sammeldruckleitung reduziert eine Anordnung der Rückschlagklappen unmittelbar an der Sammeldruckleitung den positiven Druckstoß beim Klappenschlag. Die Auswirkungen des negativen Druckstoßes auf der Pumpenseite der Rückschlagklappe mit der Gefahr der Hohlraumbildung ist jedoch bisher nicht erforscht (s. auch Abschnitt 4).
Bei Pumpstationen mit Druckkessel im Nebenschluß kann durch eine Verlegung des Anschlußpunktes und die Verlängerung der Kesselanschlußleitung die Auslaufzeit der Rohrströmung günstig beeinflußt werden (Bild 4).
Eine weitere Möglichkeit zur Vergrößerung der Auslaufzeit der Rohrströmung ist die Erhöhung der Trägheitsmomente der Pumpensätze durch Schwungmassen. Diese Maßnahme ist jedoch mit beträchtlichem Aufwand an nichtserienmäßigen Ausrüstungen verbunden und schwer realisierbar.

7. Das Rechenprogramm EDV 118

Das Programm ermittelt die Auslaufzeit der Rohrströmung in einem Zweig des Rohrleitungssystems durch Simulation der instationären Vorgänge, die nach der Pumpenabschaltung im gesamten Saug- und Druckleitungssystem ablaufen. Es erfaßt dabei das komplexe Zusammenwirken mit anderen weiterlaufenden Pumpen, evtl. vorhandenen Druckkesseln, Drosselorganen usw. Die Überwachung des Durchflusses in der abgeschalteten Pumpe liefert den Zeitpunkt der Umkehr der Strömungsrichtung und damit die gesuchte Auslaufzeit der Rohrströmung.
Das Programm vergleicht außerdem im Dialog mit dem Benutzer diese Auslaufzeit mit der kleinstmöglichen Schließzeit einer zu wählenden Rückschlagklappe.
Der Quelltext des Programms wurde in FORTRAN für Büro- und Personal-Computer BC 5120/PC 1715 geschrieben. Bei der begrenzten Speicherkapazität dieser Rechner von nur 64 kByte mußte das relativ große Programm in 7 Segmente zerlegt werden, die automatisch gekoppelt oder menügesteuert abgearbeitet werden. Dem Anwender steht auf Anforderung eine Programminformation zur Verfügung.

Literatur zum Teil I

/1/ *Lewinsky-Kesslitz, H. P.*: Über die Dynamik der Rückschlagklappe. Österreich. Ing.-Zeitschrift 8 (1965) 6, S. 185–191

/2/ *Parmakian, J.*: Waterhammer Analysis. Prentice-Hall, Inc., New York 1955.

/3/ *Kinno, H., Kennedy, J. F.*: Waterhammer Charts for Centrifugal Pump Systems. Journal Hydraulics Div., Proc. ASCE (1965), May, HY3, S. 247–270.

/4/ *Volk, W.*: Absperrorgane in Rohrleitungen. Springer-Verlag Berlin-West/Göttingen/Heidelberg 1959.



Umschau

Beschluß über vorrangige Maßnahmen zur Verbesserung der Nutzung der Wasserressourcen

Pravda. – Moskva (1988-01-27). – S. 1 (russ.)

Der genannte Beschluß ist vom ZK der KPdSU und vom Ministerrat der UdSSR verabschiedet worden. Er trägt einer der wichtigsten Aufgaben bei der Beschleunigung der sozialökonomischen Entwicklung des Landes Rechnung, und zwar der rationellen Nutzung der Wasserressourcen.
Zur Verbesserung der Situation in den einzelnen Unionsrepubliken auf dem Gebiet der rationellen Nutzung der Wasserressourcen legen das ZK der KPdSU und der Ministerrat der UdSSR im Zeitraum von 1988–1990 folgende Maßnahmen fest:

In der Industrie:
– Errichtung einer beträchtlichen Anzahl von Wasserkreislaufsystemen
– Einführung wassersparender und wasserfreier technologischer Verfahren (z. B. Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs pro Produktionseinheit um mindestens 20% bis 1990).

In der Landwirtschaft:
– rationelle Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen,
– komplexe Rekonstruktion bestehender Bewässerungssysteme, Bau und Umbau von Vorfluter- und Drainagesystemen,
– umfassende Mechanisierung der Bewässerungstechnik,
– Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs pro Hektar Bewässerungsfläche bis zum Ende des laufenden Fünfjahrplans um mindestens 15%.

In der Kommunalwirtschaft:
– Erhöhung des technischen Niveaus von Wasserversorgungssystemen und deren Rekonstruktion, einschließlich des Einbaus von Apparaturen zur Berechnung des Wasserverbrauchs in Wohn- und Gesellschaftsbauten,
– Verbesserung der Wasserverbrauchsstruktur bei der Trink- und Brauchwassernutzung,
– Reduzierung des spezifischen Wasserverbrauchs für kommunale Zwecke um mindestens 15% bis 1990.
Es wird als notwendig erachtet, daß die Betriebe, Vereinigungen und Organisationen ab 1989 ein Wasserverbrauchslimit und ab 1991 langfristige Normative für Wassergebühren einführen.
In der Investitionspolitik sind entsprechende Änderungen vorgesehen. Sie betreffen die Erhöhung der Investitionen vor allem für Rekonstruktionen und die technische Neuausstattung von Wasserversorgungssystemen und von Bewässerungssystemen in der Landwirtschaft.
Ein weiterer Schwerpunkt ist die qualitative Verbesserung der zentralen Trinkwasserversorgung der Landbevölkerung bei stärkerer Nutzung des Grundwassers.
Die Kontrolle des Wasserverbrauchs betreffend sind im Beschluß folgende Maßnahmen festgelegt:
– Ausrüstung aller Stau- und Wasserentnahmebecken sowie stationären Elektropumpstationen mit modernen technischen Meßgeräten
– erhebliche Steigerung der Produktion von Meßgeräten,
– Schaffung wirksamer Kontrollsysteme für den Wasserverbrauch im Wohn- und Kommunalbereich.
ZK und Ministerrat der UdSSR sehen die rationellere Nutzung der Wasserressourcen als wichtigste gesamtstaatliche Aufgabe an. Untrennbar damit verbunden sind die umfassende öffentliche Erziehungsarbeit, Erhöhung der Verantwortung der Ökonomen und der Mobilisierung der Kräfte aller Beteiligten.

Dickstoffpumpe entschlammt Talsperre

Wasserwirtschaft, Stuttgart/BRD Heft 6/1988, S. 280

Dem Verschlammen und Verlanden von Flüssen, Seen und Speichern versucht man auf verschiedene Art und Weise zu begegnen. An einer kleineren Talsperre wurde mit Erfolg die Entschlammung mit einer Dickstoffpumpe praktiziert. In einer Vorsperre hatten sich innerhalb des letzten Jahrzehnts Schmutz und Schlamm eines Baches abgesetzt, und zwar in einer Menge, die das mögliche Speichervolumen von ursprünglich 30000 m^3 auf etwa 10000 m^3 reduziert hatte.
20000 m^3 Schlamm waren auf eine 1,2 km entfernt leitende Deponie zu transportieren. Die Distanz, die zudem einen Höhenunterschied von etwa 50 m aufwies, wurde mit einer 1540 langen Rohrleitung überwunden.
Wie zu erwarten, enthielt der Schlamm neben Kies, Sand, Humus und Laub auch Holz, Wurzelwerk, Autoreifen, Flaschen, Büchsen usw. Der Trockenstoffgehalt variierte zwischen 68 und 55%. Schaufellader nahmen den Schlamm vom trockengelegten Gewässerboden auf und übergaben ihn einer Siebmaschine. Ein schräg gestelltes Rüttelsieb warf die Fremdkörper am unteren Ende auf eine Schurre. Der gesiebte Schlamm fiel in einen Mischtrog, in dem zwei gegenläufig drehende Mischschnecken das Material homogenisierten. Anschließend gelangte es in den Aufnahmetrichter einer 2-Zylinder-Kolbenpumpe. Um eine über die genannte Entfernung noch pumpfähige Konsistenz zu sichern, gab man geringfügige Mengen Wasser zu. Die hydrostatisch arbeitende Kolbenpumpe förderte den pastösen Brei unter hohem Druck (70...100 bar) durch eine ZX-Förderleitung. Wasser, das in eine „Ringdüse" injiziert wurde, reduzierte den Reibungsdruck.
Die Kombination von Dickstoffpumpe mit sogenanntem Jumbotrog, Siebmaschine, Wasser-Injektionsstutzen und Hochdruckförderleitung hat sich nach Aussagen der Betreiber, in diesem Beispiel außerordentlich bewährt.
Roth

Arbeit mit Besetzungsnormen im VEB WAB Suhl

Dipl.-Ing. Egon SCHMIDT, VEB Kreisbaubetrieb Meiningen
Aribert OSDOBA, VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Suhl

Im Rahmen der Schwedter Initiative und in Vorbereitung der Einführung von Produktivlöhnen wurde im VEB WAB Suhl nach Möglichkeiten gesucht, das Leistungsvermögen des Betriebes zu ermitteln und zu bewerten, um auch im innerbetrieblichen Wettbewerb reale Vergleiche zu erhalten. Besonders die erforderlichen Instandhaltungsleistungen waren bisher nur eine auf der Basis von Erfahrungswerten festgelegte Plangröße. Deshalb wurden unter Anleitung der Haupttechnologie, speziell der Gruppe WAO, in den Jahren 1985 bis 1987 für alle Produktionsbereiche des Betriebes Besetzungs- und Bediennormen aufgestellt. Grundlage dafür waren Komplexkennziffernkataloge sowie von Arbeitsnormen durchgeführte Zeitaufnahmen. Dabei war es erforderlich, Kennziffern für den erforderlichen Instandhaltungsaufwand für Gebäude, Rohrleitungen, Kanäle, Freiflächen usw. (ohne Aufwand für Generalreparaturen, Komplexinstandsetzungen) zu bilden und ihre Wirksamkeit zu erproben. Unter anderem wurden folgende Kennziffern für den Instandhaltungsaufwand angewandt (Tabelle 1):
Die Arbeitsnormen und ehrenamtlichen Kollektive erfaßten für alle Anlagen, Werke, Bauwerke, Grundstücke usw. des VEB WAB Suhl

Tabelle 1

Kennziffer		Instandhaltungsaufwand jährlich
Gebäude		6 min/m³ umbauter Raum
Freiflächen		1,4 min/m²
Rohrnetz	< NW250	60 h/km
	> NW250	65 h/km
Kanalnetz	NW1000	40 h/km
Holzzäune		5 min/m²
Metallzäune		6 min/m²
„lebende" Zäune		4,5 min/m²
Elt- und MSR-Kabel		10 h/km

Tabelle 2

	Bedarf an Produktionsarbeitern VbE-ermittelt	VbE-Ist
Bedienkräfte	69	23
Instandhaltung	514	496
Montage- und Werkstattleistungen	25	17
Bauwirtschaftliche Leistungen	54	54
Ratiomittelproduktion	38	18
sonstige Leistungen (TUL, Heizung usw.)	69	44
VEB WAB Suhl Gesamt	769	651

den jeweilig erforderlichen Zeitaufwand zum Bedienen und für die Instandhaltung der Anlage sowie für Ratiomittelproduktion, Werkstatt-, Montage-, bauwirtschaftliche und sonstige Leistungen wie TUL, Heizung usw. Davon ausgehend wurden vorläufige Besetzungsnormen für alle produktiven Bereiche festgelegt. Die Ergebnisse wurden mit den Leitern der Struktureinheiten abgestimmt, verteidigt und als Besetzungsnormative festgelegt. Sie sind in jedem Jahr zu präzisieren, da Aussonderungen, Neuinbetriebnahmen, Intensivierungsmaßnahmen usw. den erforderlichen Arbeitszeitfonds verändern. Per November 1987 ließen sich folgende Ergebnisse nachweisen (Tabelle 2):
Als „Ist" wurden die Produktionsarbeiter entsprechend der Abrechnung zum damaligen Zeitpunkt aufgenommen. Dabei fiel auf, daß besonders zur Bedienung der Anlagen nur ein Drittel des erforderlichen Bedarfes an Produktionsarbeitern ausgewiesen war. Das war auf die Art der Abrechnung zurückzuführen, denn die Kräfte für Mehrwerksbedienung wurden der Mehrwerksinstandsetzung angegliedert und deshalb als Instandsetzungskräfte abgerechnet, der anfallende Bedienaufwand wurde vernachlässigt und deshalb fälschlicherweise zugunsten der Instandhaltungsleistungen ausgewiesen. Hier war eine Korrektur nötig.
Der Bedarf an Produktionsarbeitern für Werkstatt-, Montage- und bauwirtschaftliche Leistungen wurde auf der Basis langfristiger Entwicklungsprogramme mittels Leistungskennziffern festgelegt.
Die Ermittlung des erforderlichen Leistungsvermögens im VEB WAB Suhl ergab, daß je Kreis des Bezirks Suhl 65 bis 75 Produktionsarbeiter benötigt werden. Insgesamt fehlen damit dem VEB WAB Suhl per November 1987 noch 118 Produktionsarbeiter (Normüberfüllung reduziert diese Zahl) zur optimalen Betriebsdurchführung.
Mit Hilfe dieser Methode wurde im VEB WAB Suhl ein Verfahren zur Bestimmung des Leistungsvermögen und zur Festlegung von Besetzungsnormativen erarbeitet, das auch zur besseren Bewertung im sozialistischen Wettbewerb herangezogen werden kann. Die ermittelten Kennziffern haben speziell für den VEB WAB Suhl eine ausreichende Genauigkeit. Mit ihrer Hilfe ließ sich auch der Instandhaltungsbedarf relativ exakt bestimmen. An der Vervollständigung und weiteren Präzisierung der Kennziffern wird gearbeitet.



Bücher

Jermar, M. K.:

Water Resources and Water Management

Developments in Water Science, Vol. 28
Elsevier Sci. Publ. B. V., Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, 1987
385 S., 100 Abb., 109 Tab., 87 Lit.

Die Berücksichtigung hydrologischer und hydraulischer, ökologischer und ökonomischer sowie sozialer Aspekte der Wasserbewirtschaftung führt zunehmend zur Anwendung neuer wissenschaftlicher Methoden, die aus den integrativen und verallgemeinernden Fachgebieten Operationsforschung, Systemanalyse und Kybernetik stammen. Die insgesamt fünf umfangreichen Kapitel sind zur Überdeckung der genannten Problemkreise stark untergliedert. Hydrologische Zyklen für Grund- und Oberflächenwasser, Sedimenttransport sowie biogeochemische Kreisläufe (P, SO_2, CO_2, O_2, N) werden als Teilsysteme des natürlichen Wasserkreislaufs hinsichtlich ihrer Wirkungen auf regionale und globale Stoff- und Energiebilanzen ausführlich diskutiert. Ausgehend von den verschiedenen Wassernutzungen werden im zweiten Kapitel die Wasservorräte und ihre Funktionen in sozialen Systemen beschrieben. Übersichten über industrielle, kommunale und landwirtschaftliche Nutzungen einschließlich ihrer Begrenzungen verdienen besondere Beachtung. Wassersysteme und Wasserbilanzen sind Gegenstand des dritten Kapitels, in dem der Autor auch Grundlagen der Modellierung und der ökonomischen Optimierung diskutiert. Hauptanliegen des vierten Kapitels ist es, eine Zusammenführung interdisziplinären Arbeitens zu erreichen. Das Schlußkapitel ist der Entwicklung von Bewirtschaftungstechniken und -richtlinien gewidmet, der Autor versucht, einen Ausgleich zwischen Nutzungsansprüchen und Wasserdargebot zu finden.

Faßt man zusammen, so ist es dem Verfasser gut gelungen, Wissen aus verschiedenen Fachgebieten überzeugend darzustellen. Die aktuellen Wasserbewirtschaftungsmethoden (z. B. Entscheidungsmodelle) werden bedauerlicherweise nur angedeutet. Die Abbildungen sind durch die Fülle der enthaltenen Informationen teilweise etwas unübersichtlich. Weniger wäre hier mehr gewesen. Trotz dieser Einschränkungen kann das Buch als Übersichtslektüre und Nachschlagewerk empfohlen werden.

A. Gnauck

Biologische Phosphatelimination nach dem Anaerob/Aerob-Verfahren

Dr. sc. nat. Isolde RÖSKE; Dr.-Ing. Gundula METZ; Dr.-Ing. Frank PANNING
Beitrag aus der Technischen Universität Dresden, Sektion Wasserwesen und dem Forschungszentrum Wassertechnik Dresden

Phosphorverbindungen gelangen mit kommunalen Abwässern, aus gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben sowie durch Auswaschung und Abschwemmung aus Böden in die Gewässer. Zur Elimination des im Abwasser gelösten Orthophosphates gibt es großtechnisch erprobte und sicher arbeitende chemische Fällungsverfahren. Da diese chemischen bzw. chemisch-physikalischen Verfahren der Nährstoffelimination verschiedene Nachteile wie

- erhebliche zusätzliche Schlammenge
- hohe Kosten für Fällungsmittel
- Erhöhung des Salzgehaltes im Gewässer

mit sich bringen, wurden in den letzten Jahren weltweit Forschungsarbeiten zur biologischen Phosphatelimination durchgeführt und großtechnische Anlagen errichtet. Die biologische P-Elimination basiert auf der Tatsache, daß unter bestimmten Milieubedingungen verschiedene Mikroorganismen Phosphat über das für ihren Stoffwechsel notwendige Maß hinaus aufnehmen und vorwiegend in Form von Polyphosphat in der Zelle speichern. Bei der Abwasserbehandlung mit biologischer P-Elimination ist deshalb zuerst eine selektive Begünstigung derartiger Mikroorganismen erforderlich. Um dies zu erreichen, muß der Belebtschlamm regelmäßig einem Wechsel von anaeroben und aeroben Milieubedingungen ausgesetzt werden. Die anaerobe Phase (Abwesenheit von Nitrat, Nitrit und gelöstem Sauerstoff) ist durch ein Ansteigen des gelösten P-Anteiles im Abwasser-Belebtschlamm-Gemisch (Freisetzung von Orthophosphat aus dem Poly-P-Speicher der Biomasse) und durch eine Abnahme des Gehaltes an gelösten organischen Substraten gekennzeichnet /1, 2, 3/, wobei von den P-akkumulierenden Mikroorganismen vorzugsweise kurzkettige Fettsäuren aufgenommen und in Form höhermolekularer Verbindungen gespeichert werden /4...7/. Unter den nachfolgenden aeroben Bedingungen werden die organischen Speichersubstanzen von den Mikroorganismen oxydiert, wodurch Energie für das Zellwachstum und die vermehrte Phosphataufnahme aus dem Abwasser zur Verfügung steht /2, 8/. Der Gesamteffekt ist ein erhöhter Gesamtphosphatgehalt der Biomasse und eine niedrigere Phosphatkonzentration des behandelten Abwassers im Vergleich zu den konventionellen biologischen Belebtschlammanlagen. Die hier dargestellten Arbeiten zur biologischen P-Elimination begannen mit Standversuchen und Untersuchungen an einer Laboranlage sowie einer kleintechnischen Anlage. Die mit diesen Anlagen erreichten Ergebnisse zum Anaerob/Aerob-Verfahren wurden im Großversuch auf einer Abwasserbehandlungsanlage bestätigt.

1. Versuche mit einer Laboranlage

Die nach dem Anaerob/Aerob-Verfahren (A/O-Verfahren) betriebene Anlage (Bild 1) bestand aus einem anaeroben Becken, einem aeroben Becken und einem Nachklärbecken. Die Turbulenz im anaeroben Becken wurde durch Rühren erzeugt. Der aerobe Reaktor war als Tubularreaktor gestaltet und mit einer Druckbelüftung versehen. Durch Rückpumpen aus dem Nachklärbecken zum anaeroben Becken konnte Belebtschlamm kontinuierlich zurückgeführt werden.
Um optimale Lebensbedingungen für die P-eliminierenden Bakterien zu schaffen, wurde zu Versuchsbeginn Essigsäure zudosiert. So konnte eine kurze Einarbeitungszeit (etwa 20 Tage), für das Verfahren erreicht werden. Bei einer Aufenthaltszeit von 2,5 h im anaeroben Becken und 4,5 h im aeroben Becken ergab sich über einen Versuchszeitraum von 3 Monaten eine mittlere Elimination von 10 mg/l G-P (Gesamtphosphor). Die Zugabe von 15 mg/l Essigsäure in das anaerobe Becken bewirkte bei einem BSB_5/P-Verhältnis von 15:1 eine mittlere Elimination von 13 mg/l G-P.

2. Untersuchungen an einer kleintechnischen Anlage

Die mit der Laboranlage gewonnenen Erkenntnisse zum Phosphormetabolismus sowie zur Verfahrensführung konnten auf die kleintechnische Anlage übertragen werden. Versuchsaufbau:

- anaerobes Becken $V = 1\ m^3$
- aerobes Becken $V = 2\ m^3$
- Nachklärbecken (Dortmundbrunnen), Absetzraum $1\ m^3$.

Diese Untersuchungen fanden mit mechanisch vorbehandeltem Abwasser in zwei verschiedenen Kläranlagen statt. Dabei war das aerobe Becken in einzelne Segmente unterteilt und entsprach so annähernd einem Tubularreaktor (Bild 2). Abwasser und Rücklaufschlamm wurden dem anaeroben Becken kontinuierlich zugeführt. Um im anaeroben Reaktor ein Absetzen des Abwasser-Belebtschlamm-Gemisches zu vermeiden, wurde ein langsam laufender Rührer verwandt. Aus dem anaeroben Becken gelangte das Abwasser-Belebtschlamm-Gemisch in die aerobe Stufe. Der Überschußschlamm wurde diskontinuierlich dem Nachklärbecken entnommen.

Kläranlage A

Das mechanisch gereinigte Abwasser hatte einen durchschnittlichen BSB_5-Gehalt von 255 mg/l, einen G-P-Gehalt von 11 mg/l und einen $o-PO_4^{3-}-P$ (gelöstes Orthophosphat)-Gehalt von 8,0 mg/l. Bei einer Aufenthaltszeit von 3 h im anaeroben Becken und 4,6 h im aeroben Becken, einem BSB_5/P-Verhältnis von 23:1 und einer Abwassertemperatur von 16 °C betrug der Wert für $o-PO_4^{3-}-P$ im Ablauf 0,4 mg/l. Die im anaeroben Becken erreichte P-Freisetzung, bezogen auf den Zulauf, betrug 183 %.
Bei gleicher Verfahrensführung, aber Verringerung der Abwassertemperatur um 4 K stieg in einem weiteren Versuchsabschnitt der Ablaufwert für $o-PO_4^{3-}-P$ auf 1,5 mg/l an. Bei einer Abwassertemperatur von 8,8 °C verringerte sich die P-Elimination weiter, und die Ablaufwerte für $o-PO_4^{3-}-P$ stiegen auf 2 mg/l. Die durchschnittlichen Ablaufwerte für $o-PO_4^{3-}-P$ bei Anstieg der Abwassertemperatur auf 15 °C betrugen 0,45 mg/l und für G-P < 2 mg/l.
Offensichtlich läßt sich das Phosphat aus die-

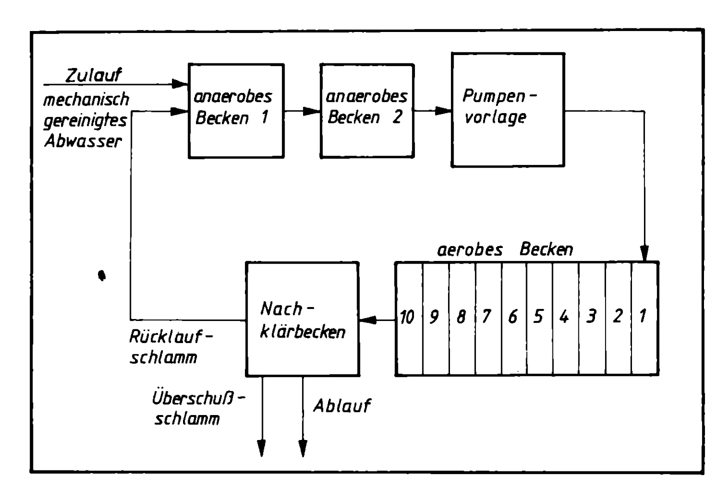


Bild 2
Halbtechnische Versuchsanlage

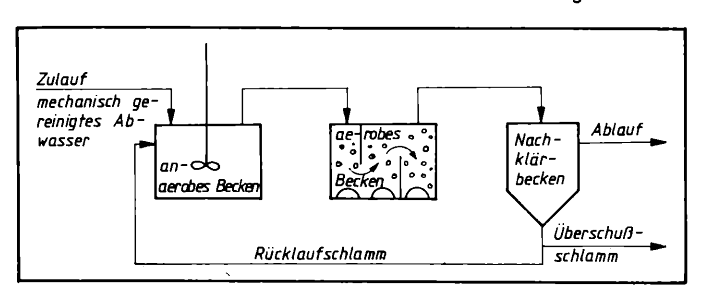


Bild 1
Laboranlage

sem Abwasser nach dem A/O-Verfahren eliminieren, wobei ohne Zugabe von Fällungsmitteln im Ablauf ein G-P-Wert von < 2 mg/l zu erreichen ist.

Ein wesentlicher Grund dafür ist das für dieses Abwasser günstige Massenverhältnis zwischen abbaubaren Substraten (als BSB_5) und löslichem P, das etwa 34:1 erreichen konnte.

Während des gesamten Versuchszeitraumes war eine konstant hohe P-Freisetzung zu verzeichnen, was auf einen bedeutenden Anteil an leicht abbaubaren Substraten im Abwasser hinweist. Bei Konzentrationen im Zulauf von 8 bis 10 mg/l $o-PO_4^{3-}-P$ und einem BSB_5/P-Verhältnis > 10, werden von /9/ und /10/ Ablaufkonzentrationen von 0,5 bis 1 mg/l $o-PO_4^{3-}-P$ angegeben. Diese Ablaufwerte konnten bestätigt werden.

Kläranlage B

Das der kleintechnischen Versuchsanlage zugeführte mechanisch gereinigte Abwasser hatte im Versuchszeitraum einen durchschnittlichen BSB_5 von 161 mg/l und einen $o-PO_4^{3-}-P$-Gehalt von 13,1 mg/l, die Konzentration für G-P betrug 15 mg/l.

Verfahrensführung und Aufenthaltszeiten entsprachen der Kläranlage A. Die auf den Abwasserzulauf bezogene P-Freisetzung betrug 63 %. Bei dieser P-Freisetzung lag die P-Elimination für $o-PO_4^{3-}-P$ bei 6...7 mg/l und damit unter den Werten, die mit dem Abwasser der Kläranlage A erreicht wurden. Der aus der Anlage entfernte Überschußschlamm enthielt 5,7 % P in der Trockenmasse.

Nach /11/ betragen die höchsten bisher im Belebtschlamm gemessenen P-Gehalte 6...7 %. Während des gesamten Versuchszeitraums (4 Monate) wurden im Mittel 6...8 mg/l $o-PO_4^{3-}-P$ eliminiert. Mit dieser Eliminationsleistung waren Ablaufwerte von 1 mg/l $o-PO_4^{3-}-P$ nicht zu erreichen. Dies ist offensichtlich dadurch bedingt, daß das BSB_5/P-Verhältnis von 12:1 in einem für die biologische P-Elimination ungünstigen Bereich liegt. Erforderlich wäre ein BSB_5/P-Verhältnis von etwa 30:1.

Durch die geringe Konzentration organischer Stoffe im Abwasser lag die Schlammbelastung im Bereich der Nitrifikation. Durch das mit dem Rücklaufschlamm in das anaerobe Becken zurückgeführte Nitrat wird die P-Freisetzung vermindert. Ein bestimmter Betrag an biologisch leicht abbaubaren Stoffen im Abwasser wird zur Reduktion des Nitrates verbraucht.

Diese Substrate fehlen aber dadurch den Bakterien, um niedermolekulare Fettsäuren zu bilden und damit den Poly-P-Bakterien die Reservestoffe für ihre Stoffwechselaktivität in der anaeroben Phase zu liefern.

Um ständig Ablaufwerte für G-P < 2 mg/l zu erzielen, ist eine chemische Fällung mit 8...10 mg/l Fe^{2+} erforderlich. Die Zugabe der Fällungsmittel erfolgte in das letzte Drittel des aeroben Beckens. Die erreichten Ergebnisse zeigen, daß eine Kombination von biologischer P-Entfernung und chemischer Phosphorentfernung für diese Abwasserzusammensetzung zweckmäßig ist.

3. Großversuch zum A/O-Verfahren

Der Großversuch erfolgte in einer Belebtschlammanlage mit Druckbelüftung und Simultanfällung (Eisen(II)-sulfat). Der für die P-Elimination geforderte Ablaufwert beträgt maximal 2 mg/l G-P. Dieser P-Ablaufwert durfte auch während des Großversuches zur biologischen P-Elimination nicht überschritten werden.

Von der Kläranlage wurde für den Versuch ein Belebtschlammbecken mit Nachklärbecken abgetrennt und als selbständige Einheit betrieben (Bild 3). Weitere bauliche Veränderungen waren nicht erforderlich.

Um die für die P-Elimination notwendige anaerobe Zone zu erhalten, wurde die Belüftung im ersten Drittel des Belebtschlammbeckens auf ein Minimum reduziert. Eine Mindestluftzufuhr verhinderte das Absetzen des Belebtschlammes. Im anschließenden aeroben Beckenteil erfolgte bei einem O_2-Gehalt von durchschnittlich 2 mg/l die vermehrte biologische P-Aufnahme (Bild 3).

Zur Kontrolle des für das Verfahren notwendigen Sauerstoffgehaltes in den einzelnen Zonen des Belebtschlammbeckens erfolgte die Sauerstoffmessung mittels Elektroden.

Das Ziel des Großversuches war es, die im labor- und halbtechnischen Maßstab erreichte Einsparung von 70 % der Fällungsmittel gegenüber der Simultanfällung auch im praktischen Betrieb einer großtechnischen Anlage nachzuweisen. Die Ablaufwerte für Gesamtphosphor sollten dabei 2 mg/l nicht übersteigen.

Die in Standversuchen ermittelte P-Freisetzung (4 bis 5 mg $o-PO_4^{3-}-P$/g TS) sowie der Nachweis von Polyphosphatgranula in den Bakterienzellen ließen auf eine Einarbeitungszeit der Anlage von etwa drei Wochen schließen. Während des Versuchsbetriebes erfolgte eine schrittweise Verringerung der Fällungsmittelzugabe. Bei Zulaufwerten für G-P von durchschnittlich 17,6 mg/l und Reduzierung des Fällungsmitteleinsatzes vom Projektwert für die Simultanfällung (30 g Fe^{2+}/m^3 Abwasser) auf 8,7 g Fe^{2+}/m^3 wurde der Grenzwert der G-P-Ablaufkonzentration im Mittel nicht überschritten:

G-P = 1,8 mg/l

$o-PO_4^{3-}-P$ = 0,9 mg/l

Bei Verringerung der Abwassertemperatur in den Wintermonaten mußte eine Erhöhung der Fällungsmittelzugabe erfolgen, um einen G-P-Ablaufwert = 2 mg/l zu erzielen.
Die Einhaltung des Gesamtphosphatablaufwertes von 2 mg/l G-P wird sehr stark von der Konzentration an abfiltrierbaren Stoffen im Ablauf, damit also von partikelgebundenem Phosphor, beeinflußt. Die Untersuchungsergebnisse zeigten, daß trotz Ablaufkonzentrationen des $o-PO_4^{3-}-P$ von 0,3...0,5 mg/l der G-P-Wert zeitweise > 2 mg/l war. Entsprechend der durch Auswertung von insgesamt 120 Meßwerten ermittelten Häufigkeitsverteilung wird mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % ein spezifischer P-Gehalt von 0,1 mg P/mg abfiltrierbare Stoffe nicht überschritten. Bei einer durchschnittlichen Konzentration von 20 mg/l an abfiltrierbaren Stoffen im Ablauf des Nachklärbeckens der Kläranlage dürfte kein $o-PO_4^{3-}-P$ mehr vorhanden sein, wenn ein Ablaufwert von 2 mg/l G-P eingehalten werden soll. Deshalb sollte der Ablauf der Kläranlage weniger als 20 mg/l abfiltrierbare Stoffe enthalten.

4. Wichtigste Einflußgrößen des A/O-Prozesses

Die Untersuchungen zeigten, daß auf die biologische Phosphatelimination folgende vier Faktoren einen wesentlichen Einfluß ausüben.

Substratkonzentration

Die P-Elimination aus dem Abwasser steigt mit der Zunahme der Konzentration an biologisch leicht abbaubaren organischen Stoffen, d. h., die Elimination nimmt mit der Zunahme

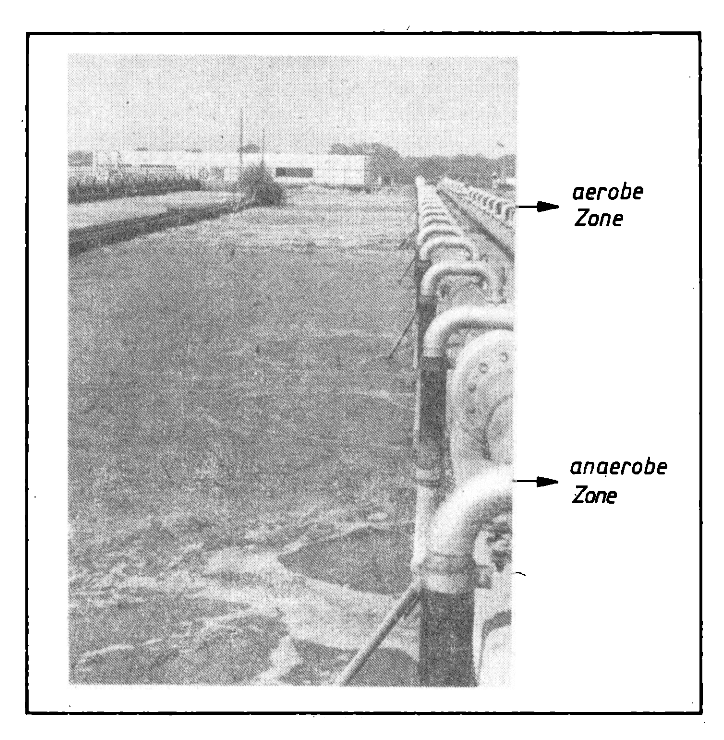


Bild 3
Großversuch

des Verhältnisses organische Stoffe/P-Verbindungen im Abwasser zu. Eine Erhöhung der Konzentration an leicht abbaubaren Substraten im Abwasser kann mit verschiedenen Mitteln erreicht werden:
- Zuführung industrieller Abwässer, z. B. aus Brauereien und Molkereien
- Einleitung von Überstandwasser aus Schwerkrafteindickern
- Rezirkulation des Schlammes im Vorklärbecken.

Durch die Zugabe kann eine Steigerung der P-Elimination erzielt werden.

Temperatur

Bei den Versuchen konnte eine Erhöhung des P-Aufnahmevermögens mit steigender Temperatur festgestellt werden. Für das mit der Laboranlage untersuchte Abwasser ergab sich eine Steigerung der $o-PO_4^{3-}-P$-Aufnahme auf das 1,8fache bei einer Temperaturerhöhung von 10 °C auf 20 °C. Analoge Versuche mit dem Abwasser der Kläranlage beim Großversuch ergaben einen Faktor von 1,2. Eindeutige Aussagen erhält man nur durch den parallelen Betrieb kontinuierlicher Anlagen bei unterschiedlichen Temperaturen.

Für einen Belebtschlamm aus einer A/O-Anlage werden P-Aufnahmeraten bei 20 °C von 2,1 mg (g TS · h) und bei 12 °C von 1,3 mg (g TS · h) angegeben /12/. Diese stimmen mit dem an der Laboranlage erhaltenen Faktor gut überein.

In der Literatur sind jedoch auch Angaben zu finden, daß bei Temperaturen um 5 °C die P-Elimination gegenüber Temperaturen von 10 bis 15 °C nicht vermindert wird. Der Autor /13/ vermutet, daß die P-akkumulierenden Bakterien psychrophil sind.

Sauerstoffkonzentration

In Standversuchen wurde die Abhängigkeit der P-Aufnahme von der Sauerstoffkonzentration untersucht. Die Untersuchungen ergaben einen Anstieg der P-Aufnahme-Rate mit steigendem Sauerstoffgehalt. Diese Abhängigkeit der P-Aufnahmerate von der Belüftungsintensität wird auch von /14/ und /15/ beschrieben.

Für Abwasserbehandlungsanlagen, die nach dem A/O-Verfahren betrieben werden, ist ein Sauerstoffgehalt von 2 mg/l bis 2,5 mg/l zweckmäßig.

Fällungsmittelzugabe

Kann durch die biologische Phosphatentfernung allein eine geforderte Phosphatkonzentration im Ablauf nicht eingehalten werden, so kann durch Zugabe von Eisensulfat in das Belebtschlammbecken eine schnelle Verminderung der P-Konzentration erreicht werden. Die Eisensulfatdosierung läßt sich in diesem Fall aus der im Ablauf gemessenen Phosphatkonzentration berechnen. Die Fällungsmittelzugabe bewirkt keine Verminderung der biologischen Phosphatentfernung.

5. Zusammenfassung

Die zunehmenden Anforderungen an den Umweltschutz erfordern die Entwicklung neuer, leistungsfähiger biotechnologischer Verfahren, wie die biologische P-Elimination.

Die Untersuchungen beweisen, daß mit der biologischen P-Elimination eine Phosphatentfernung aus dem Abwasser erfolgt, die den chemischen Verfahren ebenbürtig ist. Der Einsatz der biologischen Phosphatelimination bringt eine erhebliche Einsparung an Fällungsmitteln. Obwohl der Großversuch ohne eine Unterbrechung des Betriebes und ohne Trennwände zwischen dem anaeroben und aeroben Becken erfolgte und im aeroben Teil des Belebtschlammbeckens nur eine Aufenthaltszeit von 2,3 h zur Verfügung stand, konnten auf biologischem Wege durchschnittlich 9 mg/l $o-PO_4^{3-}-P$ eliminiert werden. Der noch verbleibende Phosphatrest von 5 mg/l $o-PO_4^{3-}-P$ wurde durch Fällungsmittel eliminiert.

Bezogen auf den Jahresdurchschnitt ergibt sich eine Fällungsmitteleinsparung von 60 % der jährlichen Menge, die für die gleiche P-Eliminationsleistung nach dem Verfahren der chemischen Simultanfällung erforderlich ist. Bei einem günstigeren BSB_5/P-Verhältnis kann die P-Elimination ausschließlich auf biologischem Wege erfolgen.

Literatur

/1/ *Marais, Gv. R.* et al.: Observations supporting phosphate removal by biological excess uptake-a review. Wat. Sci. Techn. **15** (1983), 1541

/2/ *Deakyne, Ch. W.*: Pilot plant demonstration of biological phosphorus removal. J.W.P.C.F. **56** (1984), 867–873

/3/ *Ohtake, H.*: Uptake and release of phosphate by a pure culture of Acinetobacter calcoaceticus. Water Res. **19** (1985). 1587–1594

/4/ *Kainrath, P.*: Investigations on the composition of activated sludge from biological phosphorus removal processes. Proceedings of the International Conference Management Strategies of Phosphorus in the Environment edited by J. N. Lester and P. W. W. Kirk, Lisboa, 1–4 July 1985, 411–416

/5/ *Sekulov, J.*: Zur biologischen Phosphorelimination mit dem Bordenphoverfahren. Wasser und Boden **36** (1984), 198–202

/6/ *Fuhs, G. W. and M. Chen*: Microbiological basis of phosphate removal in the activated sludge process for the treatment of wastewater. Microbiol. Ecology **2** (1975), 119–138

/7/ *Barnard, J. L.*: Biological nutrient removal without the addition of chemicals. Wat. Res. **9** (1975). 485–490

/8/ *Harremoes, P.*: Wastewater nutrient removal–a state of the art review. Proceedings Internat. Congress "Lakes Pollution and Recovery", Rome April 1985, Europ. Water Pollution Control Association

/9/ *Vacker, D.*: Phosphate removal through municipal wastewater treatment at San Antonio, Texas. J.W.P.C.F. **39** (1967), 750–771

/10/ *Milbury, W. F., D. McCouly and C. H. Hahthoone*: Operation of conventional activated sludge for maximum phosphorus removal. JWPCF **43** (1971), 1890–1901

/11/ *Wells, W. N.*: Rate of phosphorus uptake by activated sludge. Water Sewage Works Vol. **122** (1975), 36–39

/12/ *Spatzierer, G.*: Biological phosphorus removal in combination with simultaneous precipitation. JAWPRC Post-Conference Seminar, Paris 24–25. Sept. 1984, 203–216

/13/ *Stephenson, T.*: Advanced wastewater treatment for national Conference Management Strategies for Phosphorus in the Environment, edited by J. N. Lester and P. W. W. Kirk, Lisboa, 1–4 July 1985, 192–197

/14/ *Levin, G. V. and J. Shapiro*: Metabolic uptake of phosphorus by wastewater organisms. JWPCF **37** (1965), 800–821

/15/ *Shapiro, J.*: Induced rapid release and uptake of phosphate by microorganisms. Science **155** (1967), 1269–1271



Tagungen

Als gemeinsame Veranstaltung der Informationsleitstelle Land- und Meliorationsbau des Bezirkes Erfurt und der Staatlichen Bauaufsicht wird am Dienstag, dem 22. November 1988, von 9.00 bis 16.00 Uhr in der Weimarhalle, Weimar, 5300, ein Fachkolloquium stattfinden:

AQUAPURA '88
Projektierung und Bau von Kleinkläranlagen

Einladungen können angefordert werden von der Informationsleitstelle Land- und Meliorationsbau, Sitz Mellingen, Umgehungsstr. 78 b
Mellingen, 5301
Telefon Mellingen 3 31
Telex 618910 zbowl dd

---

6. Informationstagung
Bau von Kläranlagen

29. November 1988, Halle

Veranstalter:
- Erzeugnisgruppe „Kläranlagen" des EGV – Straßen- und Ingenieurtiefbau
- KDT-Fachausschuß „Kläranlagen"
- KDT-Betriebssektion des VEB SBTK Halle

Themen:
Tendenzen in der Abwasser- und Schlammbehandlung, Tiefschachtanlagen, kleine Belebungsanlagen, neue Konstruktionen für Schlammentwässerungsplätze, Erfahrungsberichte – bautechnische Projektierung, Vorbereitung und Bau einer Kläranlage, Rekonstruktion einer Kläranlage, Vorbereitung und Bau von Faulbehältern

Auskünfte:
VEB Straßen-, Brücken- und Tiefbaukombinat Halle
Abt. F/E
Waisenhausring 1 b, Halle, 4010
Tel. Dessau 41 18

Fachtagung mit internationaler Beteiligung
BAUPHYQUA 89
Bauphysikalisch richtige Projektierung und Ausführung – Grundlage zur Bauschadensverhütung

30./31. 8. 1989 Kreiskulturhaus Gotha, Gotha, 5800
Veranstalter: ZFA Bautechnischer Wärme- und Feuchtigkeitsschutz,
Vorsitzender: Dr. Ing. Namysloh
- Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar
- Bauakademie der DDR, Institut für Baustoffe Weimar
- Ingenieurschule für Bauwesen Gotha
- Ministerium für Bauwesen, Staatliche Bauaufsicht

Einladungen können angefordert werden bei:
Informationsleitstelle Land- und Meliorationsbau des Bezirkes Erfurt
Umgehungsstraße 78 b, Mellingen, 5301
Tel. Mellingen 3 31, Telex: 618910 zbowl dd

XII. Leistungsvergleich in Leipzig

Der Facharbeiternachwuchs der Betriebe der Wasserwirtschaft traf sich vom 24. bis 26. Mai zum bereits Tradition gewordenen alljährlichen Leistungsvergleich. Rund 150 Lehrlinge der Ausbildungsberufe Maschinen- und Anlagenmonteur, Schlosser, Instandhaltungsmechaniker, Bauzeichner, Wirtschaftskaufmann, Wasserbau und Facharbeiter für Schreibtechnik ermittelten bei der Lösung berufspraktischer Aufgaben ihre Besten. Gleichzeitig maßen die Mannschaften in den wehrsportlichen Disziplinen die Kräfte.

Abschließender Höhepunkt des Leistungsvergleichs war ein Forum mit dem Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrates und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft Dr. Hans Reichelt. Die besten Lehrlinge erhielten Medaillen, Urkunden und Geldprämien. Ein Fazit dieses wertvollen Erfahrungsaustauschs: Unsere Facharbeiter von morgen weisen einen hohen Ausbildungsstand nach. Um ihnen im Berufsleben neue Bewährungsmöglichkeiten zu schaffen, ist es zweckmäßig, sie in den besten Arbeitskollektiven oder in Jugendbrigaden einzusetzen. Bewährt hat es sich auch, die Lehrlinge und Jungfacharbeiter in die Lösung von MMM-Aufgaben einzubeziehen.

Text und Fotos: *Zimnol*

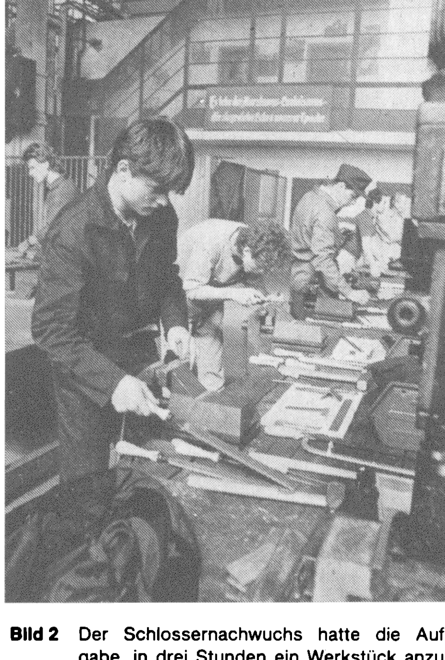


Bild 2 Der Schlossernachwuchs hatte die Aufgabe, in drei Stunden ein Werkstück anzufertigen, das für den Bau des Böschungsmähgerätes benötigt wird.



Bild 1 Lehrling Andreas Ehrke aus dem VEB Wassertechnik Wittstock erwies sich im Wettbewerb der Maschinen- und Anlagenmonteure als der Beste.



Bild 3 Bauzeichner-Lehrling Anke Gottschalk aus dem VEB Prowa Dresden und ihre Lehrausbilderin Gisela Metzger scheinen mit der Zeichnung zufrieden zu sein.

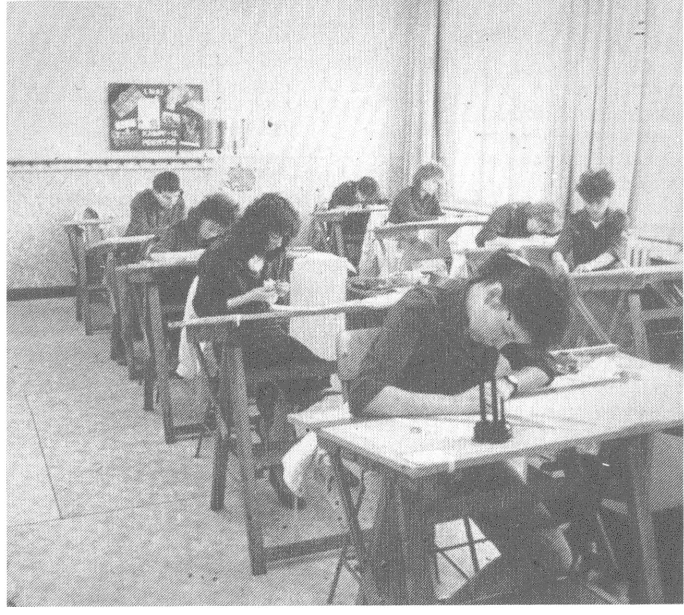


Bild 4
Die Bauzeichner mußten im Rahmen des Leistungsvergleichs eine Umgehungsleitung für einen Wasserzähler zeichnerisch darstellen.

Behandlung von Abwasserschlämmen, die bei der biologisch-chemischen Phosphateliminierung anfallen

Dr.-Ing. Peter OTT, KDT
Beitrag aus dem Forschungszentrum Wassertechnik Dresden

Abwasserschlämme, die bei der Phosphateliminierung anfallen, unterscheiden sich hinsichtlich der auftretenden Mikroorganismenarten nur unwesentlich von den Schlämmen der schwachbelasteten biologischen Kläranlagen. Hinsichtlich Struktur, Konsistenz und Wasserabgabevermögen bestehen jedoch gravierende Unterschiede, gleiches gilt für das Elektrodenpotential, die Pufferkapazität und das kolloidale Verhalten.
Von uns wurde untersucht, wie sich diese Schlämme bei der Eindickung, Stabilisierung und Entwässerung verhalten. Wir haben festgestellt, daß bei dieser Art der Schlämme noch drastischer als bei konventionellen Verfahren der Grundsatz der Schlammbehandlung gilt: „Die Behandlung des Schlamms wird entscheidend durch die Art seiner Entstehung und Prägung während der Abwasserbehandlung beeinflußt."
Für die Verfahren der Phosphateliminierung in biologischen Kläranlagen muß die Verfahrensfestlegung für die biologische oder biologisch-chemische Abwasserbehandlung als eine untrennbare Einheit mit der Festlegung der Verfahren für die Schlammbehandlung betrachtet werden. Ausgangspunkt dafür kann nur die Schlammbehandlungstechnologie sein, auf deren Erfordernisse die Abwasserbehandlungstechnologie und die Schlammführung in der Abwasserbehandlungsanlage abgestimmt werden müssen.
Die ökonomische Grundlage für diese Forderung liegt in der Tatsache, daß gegenwärtig schon über 60% der Gesamtkosten einer Kläranlage auf die Schlammbehandlung entfallen. Die wissenschaftlich-technische Begründung liefern die biochemischen Gesetzmäßigkeiten der Stoffwechselvorgänge der Mikroorganismen, die an den Prozessen der Abwasser- und Schlammbehandlung beteiligt sind.
Deshalb ist zunächst die Frage zu beantworten, welches Ziel bei der Schlammbehandlung erreicht werden soll. Wird diese Frage mit der Forderung nach maximal möglicher Biogasproduktion beantwortet, muß im allgemeinen gegenwärtig noch eine Verschlechterung der Entwässerungseigenschaften hingenommen werden. Das gilt auch, wenn organische Flokkulanten eingesetzt werden können.
Ist das Ziel jedoch eine optimale Nettobiogasausbeute und möglichst gute Wasserabgabeeigenschaften des behandelten Schlamms, müssen wir uns bei der Abwasserbehandlungstechnologie hinsichtlich der Steuerungsparameter und Schlammführung von alten Traditionen trennen.
Besteht das Ziel schließlich darin, den Kostenaufwand für die Gesamttechnologie zu minimieren, müssen alle Verfahrensstufen den biochemischen Gesetzmäßigkeiten des Stoffwechsels der beteiligten Mikroorganismen angepaßt und durch Stoffwechselmanipulation „Oberproduktionsstrategien" verfolgt werden.
Wie wirken sich diese Zielstellungen bei der biologischen Phosphateliminierung aus?
Eine maximale Biogasproduktion ist erreichbar, wenn der Überschußbelebtschlamm einen hohen Anteil an energiereichen organischen Speicherstoffen (Lipoid-Speicherung) hat. Diese Forderung ist bei Beibehaltung der traditionellen Art der Schlammführung im Prozeß der Abwasserbehandlung mit dem Ziel der Phosphateliminierung und bei langen Zuführungsleitungssystemen zur Kläranlage leicht zu verwirklichen. Der Preis sind hohe Kosten für die Schlammbehandlung sowie – trotz Einsatz von Flockulanten oder Fällmitteln – hohe Wassergehalte des behandelten Schlamms.
Worin liegen die Ursachen? Gibt es für diese Auswirkungen Alternativen? Die Verfahren der biologischen Phosphateliminierung basieren auf der „Überproduktionsstrategie" der „Luxusaufnahme" von Phosphaten durch die Mikroorganismen des Belebtschlamms. Technologisch ausgenutzt wird dabei ein anaerob-aerober Wechsel der Gelöstsauerstoffkonzentration, wodurch verschiedene tiefgreifende Stoffwechselbeeinflussungen ausgelöst werden, die von den Mikroorganismen im Laufe ihrer Millionen Jahre währenden Evolution als „Überlebensstrategien" zur äußerst schnellen Anpassung ihres Stoffwechsels an drastische Veränderungen des Sauerstoff- und Nährstoffangebots, der Temperatur und anderer Umweltbedingungen ausgebildet wurden. Eine dieser Strategien besteht darin, während der aeroben Phase bei Vorhandensein entsprechender Nährstoffe einen stürmischen Baustoffwechsel zu betreiben. Dabei werden die organischen Inhaltstoffe des Abwassers abgebaut und in Form von Einzellereiweiß und Nucleinsäure als Zellsubstrat synthetisiert. Enthält die flüssige Phase weiterhin ausreichend gelöste Phosphate, werden energiereiche Phosphorproteide in Form von Volutingranula eingelagert. Damit wird einer Überhitzung der Zelle durch zu hohe Wärmefreisetzung im Stoffwechselprozeß vorgebeugt. Während dieser stürmischen Wachstumsphase werden endogene Proteasen als Enzyme zur katalytischen Beschleunigung dieses Vorgangs in proportionaler Menge zum Massezuwachs an organischer Substanz gebildet. Als C-Quellen dienen hierbei Kohlehydrate und Fettverbindungen.
Das Substratangebot im Abwasser ist polyauxisch, das bedeutet, daß verschiedene Abbauwege für die Assimilation dieser Substrate durch die Mikroorganismen erschlossen werden müssen.
Zunächst werden die in der flüssigen Phase befindlichen sofort assimilierbaren niedrigmolekularen Substrate, wie Monosaccharide oder niedere Alkansäuren, aufgenommen. Sind diese Substratquellen erschöpft, erschließen sich die Mikroorganismen neue externe Substratquellen, indem über eine quasi hormonale Steuerung durch Mediatoren, wie Nucleosidpolyphosphate, der Ausstoß von Exoenzymen initiiert wird. Zu diesem Zeitpunkt handelt es sich hauptsächlich um Hydrolasen, die hochmolekulare Kohlehydrat- und Fettverbindungen spalten können, wie Esterasen oder Glycosidasen. Diese Polysaccharid-Lipoid-Hydrolasen bilden an der Zellaußenwand einen schleimigen Belag, der in Verbindung mit den hohen Molekulargewichten dieser Verbindungen zur Flockenbildung des Belebtschlamms führt.
Am Ende des Belebungsbeckens sind diese organischen Substrate des Abwassers entsprechend der Gleichgewichtslage des mikrobiologischen Systems abgebaut. Für Hochlastanlagen liegt dieses Gleichgewicht bei etwa 40 bis 70 mg/l BSB, bei Schwachlastanlagen bei etwa 15 bis 30 mg/l BSB. Zu diesem Zeitpunkt ist die logarithmische Wachstumsphase beendet, es schließen sich die Verzögerungsphase und die stationäre Wachstumsphase an. In dieser beginnt ein allmähliches Absterben von Mikroorganismen, so daß sich Zuwachs- und Absterberaten angleichen.
Technologisch wird zu diesem Zeitpunkt das Abwasser im Nachklärbecken vom Belebtschlamm getrennt. Dieser Vorgang kann durch die Wirkung biogener Flockulanten unterstützt werden.
Aufgrund der auftretenden Nährstofflimitierung wird bei den Mikroorganismen eine als „stringent response" beschriebene Reaktion ausgelöst. Das bedeutet, daß nach einer sogenannten „Sparschaltung", bei der alle energie- und baustoffintensiven Reaktionen gehemmt werden, die Nutzung der inneren Reserven beginnt und neue externe Substrate erschlossen werden. Da in dieser Phase die Kohlenhydrate und Fettverbindungen in der flüssigen Phase erschöpft sind, werden schließlich Exopeptidasen (Amino- und Carboxypeptidasen) und Amidasen (Asparaginasen, ATPasen usw.) produziert, um die durch die eintretende Zellyse freigesetzten organischen Stoffe nutzen zu können. Die Mikroorganismen schalten auf den Eiweißstoffwechsel um und nutzen neben den inneren Reserven das Zellsubstrat der abgestorbenen Zellen. Der Zustand der „endogenen Atmung" ist erreicht. Der Verbrauch an Sauerstoff während dieser Phase ist um so höher, je mehr organische Speicherstoffe in den Zellen inkorporiert wurden, die Energiespeicher in Form

von Phosphorproteiden haben in dieser Hinsicht nur geringen Einfluß auf die Höhe der endogenen Atmung.
Die biochemische Forschung der letzten Jahre weist den Nucleosidpolyphosphaten, dem hormonalen System höherer Lebewesen vergleichbaren Initiatoren bei kernlosen Mikroorganismen, eine Schlüsselrolle bei der Erkennung dieser „Mangelerscheinungen" und der intrazellulären Umsetzung zu /*Riedel*, 1985/. Die Nucleosidpolyphosphate haben eine hohe metabolische Labilität, wodurch eine rapide Fluktuation der intrazellulären Konzentration als Antwort auf Veränderungen der Umwelt erfolgt. Diese Nucleotide treten nach dem Ende der logarithmischen Wachstumsphase, der Verzögerungsphase, auf. Kommen zu diesen C-Quellen- oder Aminosäuremangelerscheinungen noch andere Streßfaktoren, wie Sauerstoffmangel, hinzu, werden diese Vorgänge beschleunigt und weitere tiefgreifende stoffwechselregulierende Eingriffe, wie Aktivierung von Oxidoreduktasen (Dehydrogenasen, Oxidasen), Transferasen und von verschiedenen Zytochromsystemen ausgelöst.
Diese Exoenzyme bewirken eine Verbesserung der Wasserabgabefähigkeit des Schlammes, wenn sie als biogene Flockulanten wirksam werden können. Voraussetzung ist, daß die Suspension weder Glucose noch niedere Alkansäuren enthält und die Flockenbildungswirkung dieser hochmolekularen Verbindungen nicht durch Deflockulanten behindert wird. Als Deflockulanten wirken organische Phosphorverbindungen mit $-P-O-P$-Bindungen (Polyphosphate, Pyrophosphate) und besonders stark Phosphonate mit $-C-PO_3H_2$-Bindungen. Diese Stoffe und die bei der Autolyse der Zellen freigesetzten Histidine sind starke Chelatbildner (Metallionenkomplexe, die auch bei Anwesenheit von Fällmitteln in Lösung bleiben) und verhindern infolge ihrer Deflockulationswirkung die Koagulation des Schlammes. Sie erhöhen erheblich die Hydrolysestabilität in einem breiten *p*H-Spektrum. Sie werden industriell produziert und als „biologisch aktive Waschmittelzusätze" in Waschmitteln, Seifen, zur Stabilisierung von Emulsionen, zur Verhinderung der Kesselsteinbildung und der Bildung von Eisenhydroxyden und auf vielen weiteren Gebieten zur Unwirksammachung von Kernen in Kristallisationsprozessen und zur Stabilisierung von Suspensionen eingesetzt, weil sie in äußerst geringen Konzentrationen (1...5 ppm) hochwirksam sind. Bereits in einer Konzentration von 1 ppm bleibt Kalk in Lösung, die für die Flockenwirkung erforderliche $CaCO_3$-Bildung wird völlig blockiert. Ebenso bleiben Eisensalze unwirksam.
Wie wirkt sich nun die Schlammführung in biologischen Phosphateliminierungsanlagen in dieser Hinsicht aus?
Betrachtet man zunächst die Rücklaufschlammführung, ist folgendes abzulesen:
In der anaeroben Phase nimmt der phosphatreiche Schlamm niedermolekulare Substrate, wie Monosaccharide oder niedere Alkansäuren, auf und speichert diese als Polyhydroxyalkansäuren oder phosphorhaltige Fettsubstanzen (Phosphatit oder andere Phospholipoide) in der Zelle. Als Energie dafür werden die Phosphoproteide genutzt, die während der aeroben Phase als Speichersubstanz eingelagert wurden. Damit der Zellinnendruck (Sättigung) nicht zu groß wird, werden die an Proteine gebundenen Phosphate (Volutingranula) als Ortho-Phosphat nach Depolymerisation teilweise wieder in die flüssige Phase ausgestoßen. Damit erhält die Zelle das Gleichgewicht des osmotischen Drucks /*Trecy* and *Flammino*, 1987/.
In der anschließenden aeroben Zone werden die in Form von Polyhydroxybuttersäure latent gespeicherten Fettsubstanzen aufgebraucht und Kohlenhydrate, meist in Form von Glycosiden, synthetisiert. Die im Krebszyklus synthetisierten Polyphosphate werden als Phosphoproteide gespeichert. Dabei wird, wenn genügend organische Substanz exo- oder endogen vorhanden ist, das gesamte Ortho-Phosphat aufgebraucht. Ist das Abwasser zu schwach belastet oder durch Führung des Überschußschlammes in die Vorklärbekken ausgelaugt, verbleibt eine entsprechende Restkonzentration PO_4-P im Abwasser!
Nach dem Verbrauch der exogenen Kohlenstoffsubstrate ist eine Verringerung des Proteinanteils erkennbar (Wirkung der „stringent response"). Die dabei freigesetzten Proteasen werden, wenn die Aufenthaltszeit im Belebungsbecken und im Nachklärbecken zu groß wird, mit dem gereinigten Abwasser größtenteils ausgespült und fehlen in diesen Fällen für die stoffwechselmanipulierten Stabilisierungsverfahren.
Wird nun diesem Belebtschlamm unter anaeroben Bedingungen wieder organisches Substrat zugeführt, werden die Energiespeicher in Form der Phosphoproteide genutzt, um organische Stoffe nach Aktivierung der Oxidoreduktasen und Transferasen zu assimilieren. Sind hohe Konzentrationen an hydrolysierten Alkansäuren im Abwasser vorhanden, wie es bei einem langen Zuleitungsrohrsystem zur Kläranlage zu erwarten ist, kann man eine „Luxusaufnahme" von organischen Speicherstoffen, insbesondere von Lipoiden und Lipoproteiden, feststellen. Das ist z. B. der Fall, wenn der Überschußbelebtschlamm in die Vorklärbecken der Kläranlagen geleitet wird. Mit der Aufnahme der organischen Speicherstoffe werden im Vorklärbecken wieder Phosphate ausgeschieden.
Dieser so behandelte Überschußbelebtschlamm hat keine überdurchschnittlich hohen Phosphoproteidkonzentrationen, weshalb bei der Faulung in den Faulbehältern keine signifikanten Rücklöseerscheinungen beobachtet werden können. Aufgrund der hohen Konzentration an endogenen Lipoiden wird dieser Schlamm eine wesentlich höhere Biogasausbeute als Überschußbelebtschlamm aus Nachklärbecken schwach belasteter Belebtschlammanlagen haben.
Die Wasserabgabefähigkeit dieser Schlämme, die Lipoproteide und fettähnliche Speichersubstanzen enthalten, ist aufgrund ihrer gelartigen Struktur, durch die grenzflächenaktive Wirkung der Fettsäuremonoglyzeride sowie der Fettsäure-Eiweiß-Kondensate und der als Deflockulanten wirkenden organischen Phosphorverbindungen sehr schlecht. Aufgrund der hohen Konzentration an organisch gebundenem Phosphor und endogenen Speicherstoffen hat der Phosphateliminierungsschlamm eine äußerst geringe Neigung zur Hydrolyse. Dieser Fakt hat zur Folge, daß bei seiner weiteren Behandlung die Bildung von Proteasen (die nur in der aeroben Wachstumsphase in der für die technologischen Belange erforderlichen Menge gebildet werden) nur durch Zuführung von externen kohlenhydrathaltigen Substraten erzwungen werden kann.
Die Speicherstoffe blockieren die Bildung und Wirkung von Proteasen, so daß ohne diese Maßnahmen kein nennenswerter Eiweißabbau bei den folgenden Stabilisierungsverfahren zu verzeichnen ist. Das trifft sowohl für die anaeroben Verfahren als auch für die stoffwechselmanipulierten Hochleistungsverfahren, wie Fremdenzymgabe unter aeroben Bedingungen, aerobe Stabilisierung im Tubularreaktor oder bei der Oberflächenfiltration mit Milieuwechsel zu. Biogene Flockulanten können unter diesen Bedingungen nicht wirksam werden.
Wird der Überschußbelebtschlamm in die Vorklärbecken gefördert, laufen die gleichen biochemischen Vorgänge ab, wie sie für den anaeroben Teil des Belebungsbeckens beschrieben worden sind. Ist das Abwasser auf dem Weg zur Kläranlage längere Zeit anaeroben Verhältnissen ausgesetzt, sind hohe Konzentrationen von niedrigmolekularen Alkansäuren enthalten, die innerhalb weniger Minuten assimiliert und als fettähnliche Substanzen (Polyhydroxyalkansäuren und Phospholipoide) gespeichert werden. Wird dieser Schlamm aus den Vorklärbecken der Schlammbehandlung zugeführt, hat er einen hohen Wert der endogenen Atmung und verschlechtert bei allen bekannten weiteren Behandlungsverfahren die Entwässerungseigenschaften. Bei der anaeroben Behandlung wirkt sich das jedoch noch drastischer aus als bei der aeroben Behandlung, bei der eine Transformierung der Phosphate im Krebszyklus die Verhältnisse verändert. Dabei werden die Fettspeicher abgebaut, die Phosphate als Phosphoproteide eingelagert und für die Nucleinsäuresynthese eingesetzt. Gehen die externen Nährsubstrate zur Neige, wird das Wachstum verzögert, die Synthese von stabilen Ribonucleinsäuren (rRNS, tRNS) gehemmt und alle aminosäureverbrauchenden Reaktionen reduziert oder gestoppt. Gleichzeitig werden solche Prozesse stimuliert, die zu einer Aminosäureakkumulation führen. Die Energie dafür wird aus den gespeicherten Phosphorverbindungen gewonnen. So ist der Rückgang der Proteinsynthese gleichzeitig mit einer starken Reduzierung der Zahl der Ribosomen in der Zelle verbunden (bei Escherichia coll z. B. von 30000, was $\approx 50\%$ des Zellgewichts entspricht, nach Mangelerscheinungen binnen kurzer Zeit auf 7000 Ribosomen). Diese Vorgänge wirken sich günstig auf die Wasserabgabefähigkeit der Schlämme aus.
Jedoch stellen auch dabei die bei der Autolyse freigesetzten Purine und Polyphosphate Deflockulanten dar, deren Wirkung bei der Nachbehandlung der Schlämme auf Entwässerungseinrichtungen beachtet werden muß. Das betrifft bei aeroben Verfahren einerseits den Zeitpunkt des Abbruchs der Stabilisierung kurz vor dem Höhepunkt der Autolyse und zum anderen die Zeitspanne bis zur Beseitigung des freien Wassers, die so kurz wie möglich sein muß.
Kann auf die maximale Biogasgewinnung verzichtet werden, darf die traditionelle Schlammzuführung des Überschußbelebtschlammes in das Vorklärbecken nicht erfolgen. Dieser Schlamm ist unter aeroben Bedingungen oder im Wechsel aerob/anaerob gemeinsam mit dem Primärschlamm zu behandeln, ohne daß zuvor unter anaeroben Bedingungen eine Substratzugabe erfolgte. Unter diesen Bedingungen werden die organischen Bestandteile in der flüssigen Phase des Primärschlammes sowohl während der aeroben als auch während der anaeroben Phasen sehr rasch abgebaut, bis der Grundwert der endogenen Atmung erreicht ist. Das

erfolgt bei diesen Schlämmen früher als bei Überschußbelebtschlamm der klassischen Schwachlastbiologie.
Während der Phase des Übergangs zum Proteinstoffwechsel steigt, genau wie bei schwachbelastetem Überschußbelebtschlamm die Konzentration der leicht assimilierbaren Stoffe, ausgedrückt durch eine Erhöhung des BSB-Wertes der flüssigen Phase, im aeroben Intervall an. Danach erfolgt stets ein Anstieg im anaeroben Intervall und ein Abbau im aeroben Intervall, wobei zyklisch nach einigen Wechseln wieder ein Anstieg im aeroben Intervall auftritt. Inwieweit diese Zyklen mit einer weiteren Autolyse der Zellen in Verbindung gebracht werden können, muß noch untersucht werden. Trotz dieser Behandlung wirkt jedoch noch der Anteil des chemischen Schlammes, der bei der Zudosierung von Fällungsmitteln zum Zweck der Restphosphateliminierung entstand. Dieser Hydroxidschlamm besitzt kein Stützgerüst und ist aus diesem Grund mit Filtrationsverfahren nur bei Zusatz von Holzmehl, Asche oder anderen Stützstoffen zu behandeln. Die Fällungsmittel bei der Abwasserbehandlung verändern andererseits die Pufferkapazität und das elektrokinetische Potential des Schlammes, wodurch äußerst instabile Bedingungen zum Einsatz von Fällungsmitteln bei der Schlammbehandlung entstehen und eine sensible Betriebsführung auftritt.
Völlig ungenügend werden die erreichbaren Entwässerungseigenschaften, wenn der Überschußbelebtschlamm der biologischen Phosphateliminierungsanlagen, die mit Zudosierung von Fällungsmitteln arbeiten, in die Vorklärbecken eingeleitet wird. Durch die beschriebene „Luxusaufnahme" von organischen Speicherstoffen, analog einer übermäßigen Fettspeicherung bei höheren Lebewesen mit allen ihren nachteiligen Folgeerscheinungen, steigt die endogene Atmung dieses Schlammes etwa auf den vierfachen Wert des mit einem Biosensor bestimmten Wertes des Ausgangsschlammes an. Diese Speicherstoffe, die endogen unmittelbar für den Zitratzyklus umgewandelt werden können und so für die Atmungskette zur Verfügung stehen, verhindern das Wirksamwerden von Exopeptidasen, wodurch die Proteine nicht angegriffen werden und der Schlamm einen hohen Anteil an chemisch gebundenem Wasser enthält. Dieser Anteil bleibt bei allen mechanischen Entwässerungsverfahren bestehen und bewirkt die pastöse Konsistenz des entwässerten Schlammes. Weil sich der Überschußschlamm der biologischen Phosphateliminierung aufgrund seiner energetischen Besonderheiten unter anaeroben Bedingungen genau entgegengesetzt wie der Überschußschlamm von konventionellen Anlagen verhält, muß die Betriebsführung bei der biologischen Phosphateliminierung noch dringender als das bei der klassischen Schwachlastbiologie der Fall ist nach der BSB-Fracht, die während der Verweilzeit im Vorklärbecken, in der anaeroben Stufe sowie in der aeroben Stufe auftritt, gesteuert werden. Gleichzeitig ist die Verweilzeit im Nachklärbecken mit dem Ziel einer Verbesserung der Schlammbehandlung zu optimieren. Dabei ist die Retentionswirkung der Reaktoren zu beachten. Um eine hohe Proteasekonzentration zu erhalten, muß diese möglichst kurz sein, damit die Exopeptidasen nicht mit dem Abwasser ausgespült werden und Nitrifikationsprozesse mit ihren Auswirkungen auf die Zytochromsysteme vermieden werden.

Für diese Aufgabe sind die klassischen Bemessungsparameter, wie Schlammbelastung bezogen auf einen Tag, nicht mehr anwendbar. Sie führen bei der Analyse von Anlagen oft zu falschen Schlußfolgerungen, weil die Auswirkungen der stark schwankenden Tages- und Wochenganglinien in erster Linie nicht in einer Überlastung während der Tageszeit, sondern in einer Unterbelastung während der Nachtstunden und am Wochenende zu suchen sind. Diese Unterbelastungen betreffen sowohl die Schlamm- als auch die Raumbelastung. Dem ist nur mit einem lastganglinienabhängigen Beckenvolumen und einer Rücklaufschlammsteuerung beizukommen. Die Steuerung der Sauerstoffzufuhr wird dabei zweitrangig. Da der Phosphateliminierungs-Überschußschlamm nur sehr schwach hydrolysiert, schadet auch eine Abschaltung der Sauerstoffzufuhr während der Abschaltung der Belebungsbecken vom Abwasserstrom in Schwachlastzeiten nicht.
Diese Anlagen können betriebstechnisch dann beherrscht werden, wenn der Spitzenfaktor der Raumbelastung für die Verweildauer im Belebungsbecken kleiner als 1,15 gehalten werden kann und die Volumina der Nachklärbecken entsprechend angepaßt werden können. Neben der Verbesserung der Abbaueffekte und der Wasserabgabeeigenschaften der Schlämme ist dadurch eine erhebliche Energieeinsparung möglich.

Trainingskursus Wasserhaushalt und Pflanzennährstoffe in hydrologischen Einzugsgebieten mit intensiver Landwirtschaft

Welches Ziel hat der Kursus?
Der Kursus soll Grundlagen und Lösungsvarianten vermitteln, um Konflikte bei der Mehrfachnutzung von hydrologischen Einzugsgebieten durch Wasser-, Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Urbane und kommunale Entwicklungen optimal lösen zu können.

Inhalt des Kursus
1. *Prozeßanalyse*
   - Niederschlag
   - Evapotranspiration
   - Infiltration- und Abflußkomponenten
   - Transport und Speicherprozesse im Boden und im Einzugsgebiet
   - Ganglinienanalyse und Abflußkomponenten
   - Mineralisation, Nitrifikation, Denitrifikation, Pflanzenwasseraufnahme und Nitratauswaschung
2. *Datenanforderungen*
   - Messungen der hydrometeorologischen bodenphysikalischen bodenchemischen Parameter und von verschiedenen input-output Beziehungen
   - Bestimmung von Modellparametern
3. *Modelle und Entscheidungshilfsprogramme*
   - detaillierte und reduzierte Modell-Maßstab-Probleme
   - Interaktive Systeme und ihre hydrologischen und landwirtschaftlichen Komponenten
   - Bewirtschaftungsempfehlungen
   - Anwendungsbeispiele

Für wen ist der Kursus vorgesehen?
Hydrologen, Wasserwirtschaftler, Land- und Forstwirte, Mitarbeiter von forstlichen Verwaltungen sowie nationale Planungskomitees.
Direktor des Kursus:
Prof. Dr. Ing. habil. S. *Dyck*
Termin: Herbst 1989
Auskünfte: **Technische Universität Dresden, Sektion Wasserwesen, Mommsenstraße 13, DDR-Dresden, 8027**



Bücher

Plotnikov, N. I.; Krajevskij, S.

Gedrogeologicheskije aspekty ochrany okruzhajushhejj sredy (Hydrogeologische Aspekte des Umweltschutzes)

Moskva: Izdat Nedra 1983. 205 S., 38 Abb., 24 Tab., 41 Lit.

Das vorliegende Buch, dessen Mitautor Plotnikov bereits mehrere Arbeiten zu Grundwasser- und Umweltproblemen veröffentlichte, behandelt den gesamten Komplex von Wechselwirkungen zwischen der Hydrogeologie und dem Umweltschutz.
Einer einleitenden Charakterisierung der Grundlagen des Problems folgen drei Abschnitte:

- Regionale Probleme bei der Gestaltung der Natur;
- Prognose der Bildung technogener Prozesse;
- Veränderungen des geologischen Milieus bei der Durchführung von Einzelmaßnahmen.

Ausführlich wird der Begriff des „geologischen Milieus" definiert, dem ein zentraler Platz bei der Erörterung der Problematik beigemessen wird. Es erfolgt eine Unterteilung der Gesteine nach ihren hydrogeologischen und ingenieurgeologischen Eigenschaften sowie eine Charakterisierung der Grundwässer nach den Wechselwirkungen mit Gasen, Flüssigkeiten und Mikroorganismen (Kapitel 3). In Auswertung einer Vielzahl von Daten zur Charakterisierung des weltweiten Zustandes der Umwelt und anhand konkreter Beispiele aus der Sowjetunion werden die hydrogeologischen Folgen der Luftverschmutzung, des Bergbaus, der Erdöl- und Erdgasindustrie, von Meliorationsmaßnahmen, Flußverlegungen, Grundwasserförderungen, Stauseen, Tagebauentwässerungen und der Errichtung von Industrieobjekten (z. B. des Baues der Baikal-Amur-Magistrale) dargestellt und gleichzeitig Möglichkeiten des aktiven Schutzes der Umwelt vor den negativen Auswirkungen technogener Prozesse aufgezeigt.
Gleichzeitig werden Hinweise für zukünftige multidisziplinäre Forschungen zur Untersuchung weiterer Zusammenhänge zwischen menschlicher Tätigkeit und deren Auswirkungen auf die Natur gegeben. Tabellen, Abbildungen und Schemata ergänzen den Text.
Die Schlußfolgerungen des vorliegenden Buches dürften trotz des Zuschnitts auf die Verhältnisse in der Sowjetunion auch für Wissenschaftler und Praktiker der DDR von Interesse sein.

D. Lehmann

Einsatz von Plastsekundärrohstoffen in Tropfkörperanlagen

Dipl.-Ing. Egon SCHMIDT, VEB Kreisbaubetrieb Meiningen;
Ing. Dieter HEYDT, VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Suhl

Da eine Erweiterung der Abwasserbehandlungsanlage der Kreisstadt Ilmenau kurzfristig nicht möglich war, wurde in umfangreichen Intensivierungsmaßnahmen die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Anlage um etwa 50% erhöht. Einen technologischen Engpaß bildeten dabei die beiden vorhandenen Tropfkörper als Teile der biologischen Reinigungsstufe. Die in den Tropfkörpern eingesetzte Brockenmasse (Mansfelder Kupferschlacke) mußte regeneriert bzw. ausgetauscht werden, weil entstandene Versetzungen auch nach wiederholten Behandlungen mit Chlor bestehenblieben. Außerdem war die Bauhülle der Tropfkörper in einem absolut schlechten baulichen Zustand (größere Risse, Putzschäden, Durchnässungen des Mauerwerks, Zerstörungen durch Frosteinwirkungen). Die bauliche Sanierung der Tropfkörperanlagen sowie eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der biologischen Reinigungsstufe wurde damit zur Schwerpunktaufgabe an diesem Objekt.

Sanierung der baulichen Hülle der Tropfkörper

Die Brockenmasse der Tropfkörper wurde mit Hilfe eines UB 80 mit Gittermast beräumt, abtransportiert und beim Straßen- bzw. Wegebau wiederverwandt. Um von einem Standort des Baggers die Beräumung zu gewährleisten und dem Baggerfahrer zu ermöglichen, seinen Arbeitsbereich einzusehen, wurde die erste beräumte Brockenmasse am Tropfkörper zu einer Rampe für den Bagger aufgeschüttet. Nach Beräumung der Brockenmasse erfolgte die Sanierung der Bauhülle. Die Bodenplatte wurde durch Einsatz von Bodenwabenplatten erneuert, Schäden an den Innenwänden konnten durch Abschlagen bzw. Abstrahlen der alten Putzschicht, Verputzen und anschließenden dreimaligen Bitumenanstrich behoben werden. Die oberen Mauerschichten wurden abgetragen und mit drei Reihen Schalungssteinen erneuert. Diese erhielten als zusätzlichen Witterungsschutz eine GUP-Verkleidung. Aus dem Einsatz von Kühlturmhorden bzw. Plastsekundärrohstoffen der Industrie als Tropfkörperfüllungen ergaben sich keine wesentlichen Anforderungen an die Statik des Bauwerks. Die durchgeführten baulichen Sanierungsmaßnahmen erwiesen sich als in diesem Sinne ausreichend. Das Einbringen des Plastmaterials wurde durch eine im unteren Bereich der Tropfkörpermäntel eingebaute Tür erleichtert, so daß die Bestückung von Hand erfolgen konnte.

Plastsekundärrohstoffe als Tropfkörperbesatz

Zunächst waren PVC-Kühlturmhorden auf ihre Eignung hin zu prüfen. Die Abbauleistungen übertrafen zwar die beim Einsatz der Brockenmasse erzielten, Schwierigkeiten entstanden allerdings beim Bezug des Materials. Seit Februar 1986 werden aus diesem Grunde verschiedene Plastabfälle der Industrie auf ihre Eignung als Füllmaterialien getestet. Dabei müssen Plastabfallfüllkörper mehreren Anforderungen genügen: Erstens ist eine große Oberfläche Voraussetzung für den angestrebten leistungsfähigen biologischen Rasen. Weiterhin müssen Form und Anordnung die Durchlüftung ermöglichen sowie einen möglichst langsamen Durchlauf des Abwassers und das Ausspülen des Überflußschlammes gewährleisten. Eine weitere Forderung ist die, daß die eingesetzten Plastabfälle entsprechend korrosionsbeständig und – bei geringem Gewicht – noch ausreichende Festigkeiten nachweisen, um die Gewichte der überlagerten Füllkörper, die Gewichtsanteile des durchfließenden Abwassers und des biologischen Rasens aufnehmen zu können. Folgende Plastabfälle erfüllen die genannten Kriterien:

- Stanzabfälle von Verpackungsmaterialien der Molkereien (z. B. für Joghurt, Quark usw.)
- alter Kühlturmbesatz der Kraftwerke (Kühlturmhorden)
- PVC-Streifenabfälle der plastverarbeitenden Industrie.

Dabei sind Stanzabfälle von Verpackungsmaterialien der Molkereien zu Bunden bis 1000 mm Durchmesser und 500 mm Höhe (in Abhängigkeit von der Streifenbreite) zu wickeln. Platinen des bei der Rekonstruktion von Kühltürmen anfallendem Kühlturmhordenbesatzes sind zu stabilen Füllkörpern, die Streifenabfälle der plastverarbeitenden Industrie zu Paketen 600 mm × 600 mm × 800 mm zu bündeln. Damit ist eine Handmontage gewährleistet.

Im ersten Tropfkörper wurden zunächst Kühlturmhorden verwendet. Nachteilig war hier der schnelle Durchlauf des Abwassers. Zur besseren Wasserverteilung und Verringerung der Durchlaufgeschwindigkeit des Abwassers wurden aus diesem Grunde über den Kühlturmhorden zwei Schichten mit Bunden aus Streifenabfällen der Industrie eingebracht. Trotz relativ enger Anordnung der Kühlturmhorden bei der Montage konnte ein geringes Abknicken der Füllkörper im unteren Bereich des Tropfkörpers durch die vorhandene Auflast nicht verhindert werden.

Als günstiger erwies sich die Bestückung des zweiten Tropfkörpers. Hier wurden im unteren Bereich des Tropfkörpers die gewickelten Bunde aus Stanzabfällen der Molkereien, im mittleren Bereich die nach einem bestimmten System gebündelten Platinen aus altem Kühlturmhordenbesatz und als Abschluß die Streifenabfallbunde eingesetzt. Diese Variante gewährt günstige Betriebsverhältnisse.



Bild 1 Blick in den mit Plastabfällen gefüllten Tropfkörper

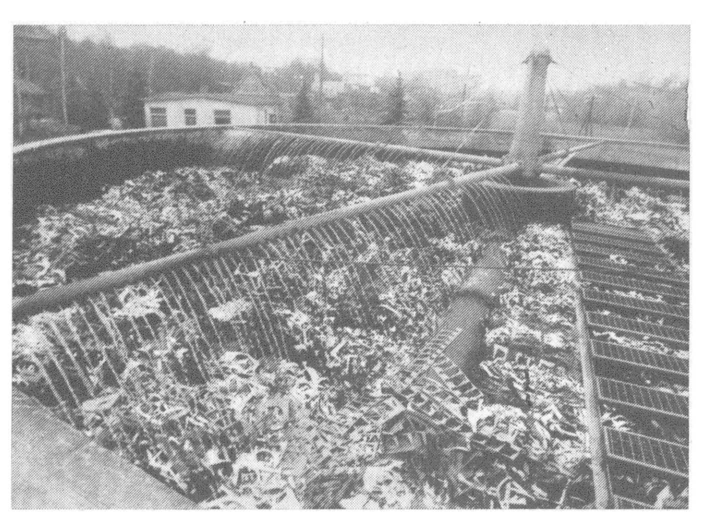


Bild 2 Kühlturmhorden nach 2jährigem Betrieb

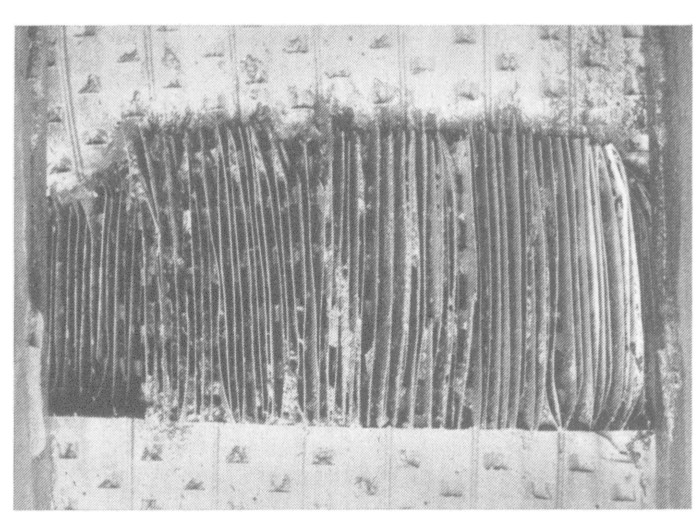




Bild 3
Gebündelte Platinen aus altem Kühlturmhordenbesatz (Kläranlage Ilmenau)

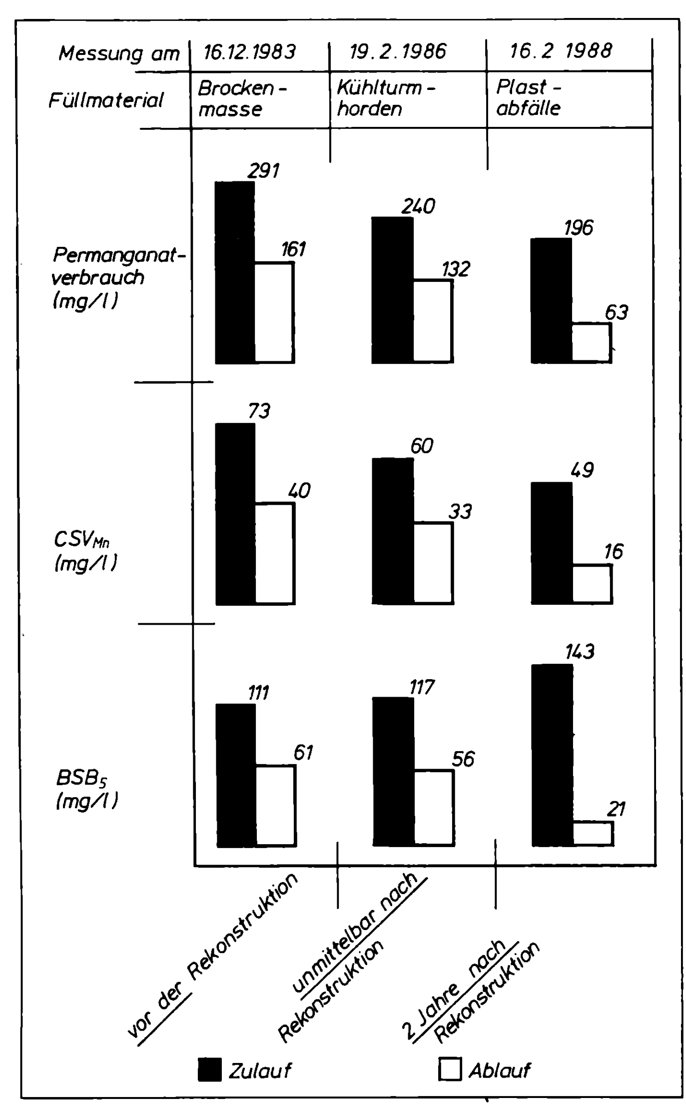


Bild 4
Meßwertvergleich

Technisch-ökonomische Ergebnisse

In der Abwasserbehandlungsanlage Ilmenau wird nunmehr seit 1986 ein Tropfkörper mit Kühlturmhorden und Plaststreifenabfällen als Füllmasse betrieben. Ein ökonomischer Vergleich mit der traditionellen Füllung mit Brockenmasse ergab

– eine **Einsparung von Investmitteln und Baubilanzanteilen.** Bei einem erneuten Einsatz von Brockenmasse hätte der Tropfkörper aus statischen Gründen praktisch neu gebaut werden müssen. Durch den Einsatz von Plastfüllkörpern genügte eine Sanierung. Weiterhin betragen die Kosten für Plastabfälle nur maximal 0,25 M/kg Plastmaterial. Insgesamt konnten neben der Nichtinanspruchnahme von Baubilanzanteilen etwa 300 TM Investkosten eingespart werden.

– eine **Verbesserung der biologischen Reinigung:** die biologische Reinigungsleistung wurde um etwa 100% gesteigert (Bild 4).

Bücher

El-Shaarawi, A. H.; R. E. Kwiatkowski

Statistical Aspects of Water Quality Monitoring

Proceedings of the Workshop held at the Canadi Centre for Inland Waters, October 1985
Developments in Water Science. Vol. 27 Elsevier, Amsterdam, 1986
ix + 502 S., 150 Abb., 86 Tab., zahlr. Lit.

Der Einsatz automatisch registrierender Meßstationen in Überwachungsnetzen sowie die daraus resultierende zeitliche Informationsverdichtung erfordern zur Datenauswertung neue statistische Techniken und Methoden. Diesem Thema war ein im Oktober 1985 in Kanada veranstalteter internationaler Workshop gewidmet. International bekannte Wissenschaftler, Statistiker und anwendungsorientierte Limnologen diskutierten Konzepte zur Steuerung und Bewirtschaftung von Gewässern mittels statistischer Bewertungen. Diskussionsgrundlage waren die von den Herausgebern im Buch zusammengestellten 37 Beiträge, wobei die Sachgebiete **Statistik, Limnologie, Wassergütesteuerung, Gestaltung von Monitornetzwerken und statistische Modellierung aquatischer Ökosysteme** angesprochen wurden. Ausgehend von den in einem Gewässer herrschenden grundlegenden Bedingungen (Heterogenität der Wasserinhaltsstoffe, Unsicherheit der Wassergütedaten, unbekanntes Zeitverhalten der Meßgrößen) werden **Anwendungen multivariater Methoden zur Dateninterpretation, Vergleiche von Daten,** die mit verschiedenen Methoden bestimmt wurden, **Wahrscheinlichkeitsverteilungen** einschließlich **Anpassungstests, Trendverfahren, Zeitreihenanalysetechniken, Modellierungsmethoden, vergleichende Diversitätsanalysen, Computeranwendungen zur Datengewinnung und -auswertung** sowie **Planungstechniken zur Ausarbeitung von Meß- und Überwachungsnetzen** vorgestellt, wobei die theoretischen Ergebnisse meist durch praktische Beispiele ergänzt werden.
Leider fehlt im Buch eine Systematisierung der Beiträge nach Sachgebieten, die dem Leser schnelleren Zutritt zu bestimmten Aspekten des Monitoring gestatten würde. Positiv ist zu bewerten, daß neben bekanntem auch neues Wissen in den Beiträgen vermittelt wird, z. B. in den Beiträgen zur rechnergestützten Datengewinnung und -behandlung sowie zur Steuerung der Wasserqualität. Das Anliegen dieses Buches wird insgesamt auf bewährt hohem Niveau erreicht. *A. Gnauck*

Wiener Mitteilungen

Wasser – Abwasser – Gewässer

Band 69 „Nitrifikation – Denitrifikation"

Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau der Technischen Universität Wien, Wien 1987
Band 69 der Wiener Mitteilungen enthält Vorträge, die im Rahmen eines vom Österreichischen Wasserwirtschaftsverband veranstalteten Fortbildungskurses gehalten wurden. Drei Vorträge befassen sich mit den verfahrenstechnischen Grundlagen, der Bemessung und Realisierung von Anlagen mit Nitrifikation, vorgeschalteter Denitrifikation sowie simultaner Denitrifikation. Dabei werden detailliert die Parameter erläutert, die den Ablauf des Verfahrens positiv oder negativ beeinflussen. In den weiteren Vorträgen wird über Betriebserfahrungen mit Belebungsanlagen mit Nitrifikation sowie Denitrifikation berichtet. Ausgehend von Praxisergebnissen mit realisierten Abwasserbehandlungsanlagen werden Vorschläge zur optimalen Gestaltung des Betriebsregimes und konstruktiven Ausbildung der Becken unterbreitet.
Schwerpunkt dabei sind Hinweise zur technologisch effektiven Anordnung von Umwälz- und Belüftungseinrichtungen. *K. L.*

Rekonstruktion und Instandsetzung von Talsperren

Dr. Peter LÖSEL, KDT; Dipl.-Ing. Joachim ENDERLEIN, KDT; Dipl.-Ing. Horst KRINITZ, KDT
Beitrag der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

In der DDR existieren 272 Talsperren, Rückhaltebecken und Speicher mit einem Stauraum von rund 1,4 Mrd. m^3. Sie dienen der Trinkwasserversorgung, dem Hochwasserschutz sowie der Brauchwasserbereitstellung für die Industrie und Landwirtschaft, der Elektroenergieerzeugung und der Erholung. 163 Talsperren mit 62% des Gesamtstauraumes sind seit Gründung der DDR errichtet worden. 20 größere Gewichtsstaumauern sind älter als 50 Jahre, 12 davon wurden als Bruchsteinstaumauern errichtet, 8 als Betonstaumauern. Die Talsperre Einsiedel bei Karl-Marx-Stadt verfügt über die älteste Bruchsteinstaumauer, sie entstand vor 90 Jahren. Weitere 7 Bruchsteinstaumauern sind zwischen 70 und 80 Jahren in Betrieb. Die Internationale Kommission für große Talsperren (ICOLD) empfiehlt, nach 50 bis 70 Jahren Betriebszeit eine erste Generalreparatur der Staumauern vorzusehen. Dieser Zeitraum kann bei Staudämmen mit natürlichen Erdstoffdichtungen aufgrund geringerer Empfindlichkeit des eingesetzten Baustoffs weit größer sein. Bestes Beispiel hierfür sind die Staudämme der Revierwasserlaufanstalt Freiberg und die der Harzteiche aus der Frühzeit des Bergbaus.

Die Rekonstruktion der vorhandenen älteren Absperrbauwerke mit ihren Betriebseinrichtungen ist gegenwärtig und in Zukunft ein großer Schwerpunkt, um die weitere volle Betriebsbereitschaft und damit die uneingeschränkte Wasserrückhaltung und -bereitstellung zu sichern.

So werden die Mitarbeiter in den Fachdisziplinen des Speicherbaus vor eine Vielzahl von Aufgaben gestellt. Dabei geht es um die Beherrschung der Komplexe Zustandserfassung und -bewertung sowie die Probleme der eigentlichen Instandsetzung und Rekonstruktion. Bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung der erforderlichen Maßnahmen bedarf es objektspezifischer Sanierungslösungen, die unter Berücksichtigung der Altersstruktur der Anlage dem fortgeschrittenen technischen Entwicklungsstand entsprechen. Bei eindeutiger Zuordnung der Aufgaben und Verantwortung für die Betriebe und Einrichtungen der Wasserwirtschaft sind die Voraussetzungen zur Realisierung dieser weiteren Entwicklung gegeben.

Mit der Anordnung zur Bewirtschaftung, Nutzung und zum Schutz von Talsperren und Speichern, „Talsperrenanordnung", vom 10. 5. 1985 sind die einzelnen Festlegungen getroffen. Hiernach haben die Rechtsträger von Talsperren und Speichern den ungestörten Betriebsablauf und die volle Funktionssicherheit der Talsperren und Speicher zu gewährleisten. Sie sind verantwortlich für die sachgerechte Bedienung, planmäßig vorbeugende Instandhaltung und Rekonstruktion sowie für die Gewährleistung der Standsicherheit. Weiterhin wird festgelegt, daß der Leiter der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft für die bauaufsichtliche Überwachung der Talsperren und Speicher unabhängig von der Rechtsträgerschaft verantwortlich ist. Er hat jährlich die Überprüfungsberichte und vorausschauend die Entscheidungsvorschläge dem Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft vorzulegen.

Die Ausgangsbasis zur Wahrnehmung dieser Verantwortung und zur Erfüllung dieser Aufgaben für die weitere Gewährleistung der Betriebsbereitschaft älterer Talsperren ist

- eine fachgerechte objektive Zustandserfassung und -bewertung und
- die objektbezogene Lösung für die Erfordernisse der Instandhaltung, -setzung und Rekonstruktion von Anlagenteilen bzw. der Gesamtanlage.

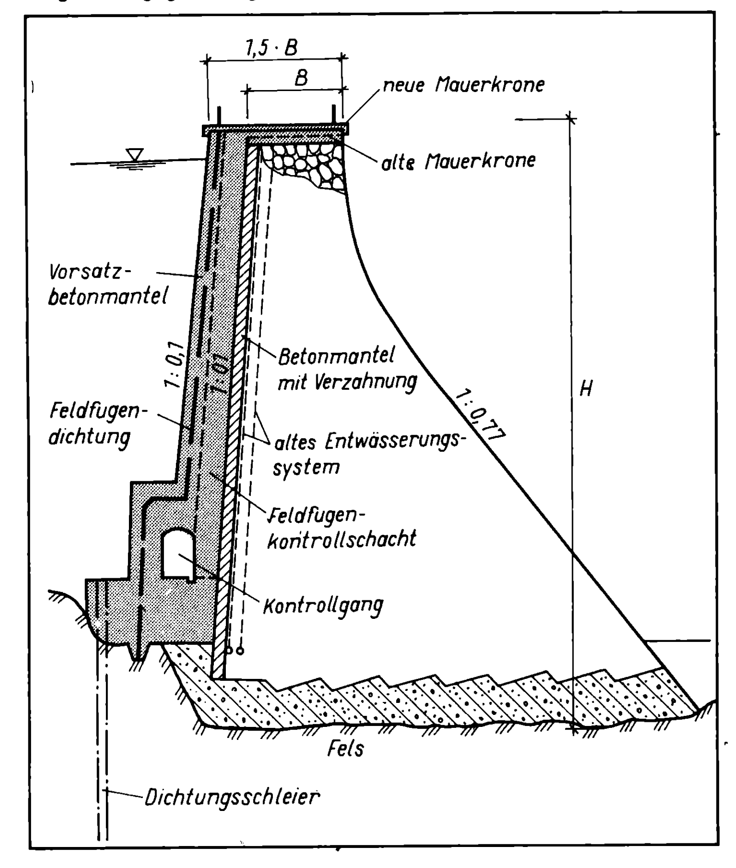


Bild 1
Staumauer mit Vorsatzbetonmantel

Zustandsanalyse

Die Zustandsanalyse ist die Erfassung und Bewertung des baulichen und ausrüstungstechnischen Istzustandes der Anlage auf der Grundlage

- einer visuellen Inspektion
- von Material- und Strukturanalysen und
- von Langzeitmessungen und -beobachtungen /1/.

Nach den vorliegenden Verfahrensgrundlagen enthält jede anlagenteilbezogene Istzustandserfassung Kurzbeschreibungen der konstruktiven Ausbildung, der Schäden und Mängel, eine Angabe der Ursachen mit abschließender Bewertung des Istzustandes und Schlußfolgerungen für durchzuführende Maßnahmen.

Als einen wichtigen Bestandteil der Zustandsanalyse eines Absperrbauwerks betrachten wir die Verhaltensanalyse. Diese ist das Ergebnis der Auswertung u. a. von Verformungs-, Druck-, Sickerwasser- und Temperaturmessungen zwecks Erfassung und Interpretation der Wirkeinflüsse. Unter Einbeziehung der Ergebnisse der Verhaltensanalyse erfolgt schließlich die Überprüfung bzw. Ergänzung des Standsicherheitsnachweises.

Je nach den differenzierten Anforderungen unterscheidet man die Bearbeitungsstufe „Primärzustandsanalyse" und „Komplexe Zustandsanalyse" Im Rahmen der „Primärzustandsanalysen" wird gegenwärtig eine Methode erprobt, die mit Hilfe einer bauwerksbezogenen Checkliste die quantitative Bewertung des aktuellen Istzustands der einzelnen Anlagenteile gestattet. So werden als Verschleiß- bzw. Schädigungsgrad dem jeweiligen Anlagenteil Bauzustandsstufen 1 bis 4 zugeordnet. Wie in der Industrie bzw. im Hoch- und Brückenbau kann die Bauzu-



Bild 2
Staumauer, Bauzustand nach Vorbetonierung (Teilansicht)

standsstufe auch anhand des prozentualen Verschleißanteils (z. B. bei einer flächenhaften Schädigung) festgelegt werden.
Zur weiteren Charakterisierung der Schadensbilder und der Schadensursachen sind auf den hierfür gestalteten Arbeitsblättern entsprechende Schlüsselzahlen vorgegeben. Weiterhin wird festgehalten, auf welcher Bewertungsbasis die Einstufung des Bauzustands erfolgte. Der Versuch, die Schadens- bzw. Mängelanalyse bei der Istzustandsbewertung im Rahmen der Primärzustandsanalyse mit Hilfe der Checkliste zu quantifizieren, setzt voraus, daß für den gleichen Typ des Absperrbauwerks (Gewichtstaumauern, Erddämme, Steindämme) der gleiche Personenkreis die Zustandsbewertung durchführt. Nur so ist eine Objektivierung und eine vergleichbare Aussage des Ergebnisses der Zustandsanalyse mit anderen Anlagen möglich. Diese Verfahrensweise hat den Vorteil, daß künftig die Ergebnisse der Überprüfung bzw. der Kontrolle EDV-gerecht erfaßt und gespeichert werden können.
Bisher konnten besonders an Staumauern folgende typische Hauptschäden festgestellt werden:
- Entfestigung im Kronenbereich, Schäden an der horizontalen Kronenabdichtung
- Alterungseinfluß an der Hochwasserentlastungseinrichtung einschließlich Tosbecken
- Erosions- und Alterungserscheinungen an der wasserseitigen Schutzschicht, vor allem im Wasserstandswechselbereich
- Versinterung der Mauerentwässerung
- Beton-, Bruchstein- und Fugenmörtelkorrosion
- natürliche Alterung der Talsperrenausrüstungen (Armaturen, Rohrleitungen, Antriebe und Stahlwasserbauteile)
- Alterungseinflüsse im Untergrund und – teilweise – an der Abdichtung des Untergrunds.

Die vorgenannten Alterungserscheinungen sind in den altersbedingten Unzulänglichkeiten des Materials und der damaligen Projektierungserfahrung und Ausführungen begründet /2/.
Nachfolgend werden die objektspezifischen Lösungen für die Rekonstruktion bzw. für die Instandsetzung an zwei Absperrbauwerken dargestellt.

Objektbezogene Sanierung

Jede Sanierung bedarf umfassender Untersuchungen, um die beste technische und ökonomische Lösung zu erreichen. Hierzu gehören:
- Regenerierung von Mauerentwässerungssystemen
- Beseitigung von Beschädigungen der Mauerkrone und Sicherung der horizontalen Kronenabdichtung
- Sanierung der wasserseitigen Schutzschicht (besonders im Wasserstandswechselbereich)
- Beseitigung von natürlichen Alterungserscheinungen auf der Luftseite
- verstärkte Anwendung des Spritzbetonverfahrens
- Rekonstruktion von Talsperrenausrüstungen, vor allem der Armaturen, Rohrleitungen, Antriebe und Stahlwasserbauteile
- Reparatur von Asphaltbetonaußenhautdichtungen an Steinschüttdämmen.

Rekonstruktion einer Talsperre im Süden der DDR

Das Absperrbauwerk der Talsperre wurde kurz nach der Jahrhundertwende als Bruchsteinstaumauer nach den Konstruktionsprinzipien des damals führenden Talsperrenkonstrukteurs, Professor *Intze*, ausgeführt:
– Mauerentwässerung, bestehend aus Vertikaldränagen in zwei Vertikalebenen im Abstand von 1 bis 2 m, die über Sammler, die der Talkontur folgen, in das Grundablaßgewölbe ausmünden.
– Staumauerdichtung als mehrlagige Putzschicht kombiniert mit Inertolanstrichen (Dichtungsmaterial auf Steinkohlenteerbasis).
– Wasserseitiger Schutzmantel zum mechanischen Schutz und zur thermischen Dämmwirkung für die Staumauerdichtung mit dem Staumauerkörper durch vertikale Schwalbenschwänze verzahnt.
– Untergrundabdichtung durch die Vorschüttung bindiger Erdstoffe, des sogenannten „Intze-Keils".
Die Erkundung des Zustandes des Absperrbauwerks ergab:
- Entfestigungen im Kronenbereich
- Beeinträchtigungen der Staumauerdichtung im Bereich häufiger Stauspiegelschwankungen
- das Entwässerungssystem war – altersbedingt – nicht mehr funktionstüchtig und nicht mehr reparabel.

Aufgrund der großen Bedeutung des Objekts für das Versorgungsgebiet wurde es für erforderlich gehalten, durch eine Rekonstruktion des Absperrbauwerks die Betriebsbereitschaft auch für die nächsten Jahrzehnte zu sichern. In Verbindung hiermit erfolgte die Rekonstruktion der Betriebseinrichtungen und die Modernisierung der Anlagen der Bauwerksüberwachung entsprechend den Forderungen gültiger technischer Vorschriften (TGL 21 239). Die Spannungsverformungsuntersuchungen für das System Staumauer/Untergrund/Vorbauteil mit den unterschiedlichen Eigenschaften der einzelnen Teilbereiche wurden als FEM-Berechnung in Gemeinschaftsarbeit zwischen dem VEB Hydroprojekt Weimar und dem Institut für Wasserwirtschaft durchgeführt /3/.
Infolge des Fehlens eines Kontrollgangs war es erforderlich, die Funktionen
- der Bauwerksabdichtung und seiner Entwässerung sowie
- die Möglichkeiten ihrer Kontrolle und Instandhaltung

in einem gesondert vorzublendenden Bauteil unterzubringen. Dieses war so auszubilden, daß von ihm aus die Ausführung eines Dichtungsschleiers als Ersatz für den entfernten „Intze-Keil" parallel zur Ausführung der Betonarbeiten erfolgen konnte. Die hierzu verwendeten Konstruktionselemente entsprechen weitgehend denen moderner Gewichtsstaumauern (Feldfugendichtung, Blockfugenentwässerung, Feldfugenkontrollschächte, Kontrollgang). Die Abmessungen des Querschnitts dieses Vorbauteils resultieren somit aus den konstruktiven Erfordernissen für die Anordnung dieser Elemente und den bautechnologischen Forderungen für die Realisierung mit den der eingesetzten Bautechnologien (Kletterschalung, Kabelkran). Da diese Rekonstruktionslösung eine mehrjährige Entleerung der Talsperre erfordert, ist unter Berücksichtigung der Wasserbilanzsituation eine sehr kurze Bauzeit anzustreben. Ihre Realisierung erfordert ferner die gesonderte Gründung dieses Vorbauteils im Regelfall im Gründungsbereich der Staumauer und damit die Realisierung des Baugrubenaushubs im Felsgesteinsbereich ohne nachteilige Beeinträchtigung des Zustands des Mauerkörpers und seines Untergrunds.
Im vorliegenden Fall erlaubten die günstigen strukturgeologischen Verhältnisse am Objekt einen Baugrubenaushub mittels schonenden Sprengens und die Höherlegung der Gründungssohle um 3 m.
Mit dieser Rekonstruktionslösung wurde eine entscheidende Gebrauchswerterhöhung der Talsperre vorbereitet.

Instandsetzung von Asphaltbeton-Außenhautdichtungen

Die in der DDR in den letzten drei Jahrzehnten ausgeführten Asphaltbeton-Außenhautdichtungen mit einer Gesamtfläche von rund 310000 m² verfügen mit einer Ausnahme über eine zweilagige Dichtungsschicht (2× 40 mm), bei höheren Staudämmen in Verbindung mit einer Dränschicht (100 mm) und unteren Dichtungsschicht (40 mm) bzw. bei Dämmen geringerer Höhe direkt aufgesetzt auf eine bituminöse Tragschicht. Die Oberflächen dieser Dichtungskonstruktionen wurden an unseren Anlagen mit einer Bitumenlatexemulsion versiegelt. An diesen Dichtungen zeigen sich speziell im Freibord- und Wasserwechselbereich Erscheinungen, die nach internationalen Erfahrungen der letzten Jahre ihre Ursache sowohl in der Konstruktion wie auch in der Technologie der Ausführung zu suchen sind:
- Bahnfugenrisse der oberen Dichtungslage
- Öffnen der Anschlußfugen am oberen Dichtungsabschluß und zwischen den Bereichen, die mit unterschiedlichen Technologien gefertigt wurden
- lokale flächenhafte Zerstörung in den Dichtungsbahnen und
- Aufreißen der Oberflächenversiegelung in partiellen Bereichen.

Die Ursachen dieser Schäden sind vorrangig in den Verformungen und Zwängungsspannungen zu suchen, die sich aus der thermischen Wechselbeanspruchung, speziell unter Winterbedingungen, ergeben. Sie bewirken Überbeanspruchungen und letztlich auch Zerstörungen in Bereichen geringerer mechanischer Festigkeit, beispielsweise in den Bahnfugen und im Haftverbund zwischen den zwei Lagen der oberen Dichtungsschicht. Während bei den Dichtungen mit Dränschicht sich die Bahnfugenrisse auf die obere Dichtungslage begrenzen, wurden bei solchen ohne Dränschicht unter einer größeren Zahl von Bahnfugenrissen Durchtrennungen auch der unteren Dichtungslage und der Tragschicht festgestellt. Bahnfugenrisse an der zuletzt einlagig ausgeführten Dichtung sind bisher nicht aufgetreten. Die Schäden an der Oberflächenversiegelung an Brauchwassertalsperren werden maßgebend beeinflußt durch die Schrumpfwirkung austrocknender Algenschichten, die zu einem Abschälen von Teilen der Versiegelungsschicht bzw. zu ihrem völligen Ablösen führen.
Diese Erscheinungen an Asphaltbeton-Außenhautdichtungen waren Anlaß, 1982 mit der Realisierung von länger wirkenden Sicherungsmaßnahmen zu beginnen, die die Funktionssicherheit dieser Staudammdichtungen bis zum Zeitpunkt ihrer grundlegenden Instandsetzung durch die Neubelegung mit einer einlagigen Dichtungsschicht gewährleisten. Diese Instandhaltungsarbeiten wurden in der Zwischenzeit an weiteren Talsperren durch den KB Bauwerksabdichtung des VEB VTK Leipzig mit einer in Zusammenarbeit zwischen der Talsperrenmeisterei Unstrut/Helme, Talsperreninspektion und TU Dresden, Sektion Wasserwesen, im Zuge der Arbeiten an der Talsperre Ohra entwickelten Technologie durchgeführt /4/, die in der Zwischenzeit hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und der Qualität der Ausführung wesentlich verbessert werden konnte. Die Sanierung besteht im wesentlichen aus

- dem Vergrößern der gerissenen Bahnfugen zu einem regelmäßigen Fugenquerschnitt durch Aufschneiden mittels Schneidscheiben und
- dem Einbringen von bituminösem kunststoffmodifiziertem Fugenfüllstoff mit einem hohen plastischen Verformungsanteil (Secorbitbänder) auch im interessierenden tiefen Temperaturbereich und der Gewährleistung eines vollflächigen Haftverbunds dieses Materials mit dem Fugenumfang.

Die so reparierten Bahnfugen sind nach den Beanspruchungen von nunmehr sechs Wintern voll intakt.

Schlußbemerkungen

Talsperren repräsentieren einen bedeutenden Grundmittelbestand, der unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an die Betriebs- und Standsicherheit über viele Jahrzehnte erhalten, über diese Zeit aber auch mit höchster Effektivität für die Trink- und Brauchwasserversorgung sowie den optimalen Hochwasserschutz genutzt werden muß.
Die Beschlüsse des XI. Parteitages der SED zur weiteren Verwirklichung der Hauptaufgabe in ihrer Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik erfordern bei der weiteren planmäßigen Entwicklung der Produktivkräfte auch neue wissenschaftlich begründete Bewirtschaftungsstrategien für die Naturressource Wasser. Diesem Ziel müssen verstärkt die Rekonstruktionsmaßnahmen an den bestehenden Talsperrenanlagen dienen.
Mit der Zustandserfassung, Instandsetzung und Rekonstruktion älterer Absperrbauwerke von Talsperren wurde in den vergangenen Jahren ein neuer Erkenntnisprozeß eingeleitet, dessen Ergebnisse auch positiv bei der Planung, Projektierung, Ausführung und nicht zuletzt beim Betrieb neuerer Anlagen Einfluß nehmen können.
In der Vergangenheit blieben Alterungsvorgänge bei der Vorbereitung neuer Anlagen und zu erwartende Aufwendungen für die Instandhaltung unberücksichtigt. Im Laufe der Betriebsjahre sind jedoch erhebliche ökonomische und technische Mittel zur Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft und Gewährleistung der Standsicherheit aufzubringen.
Aus diesem Grunde sind an alten Talsperren gewonnene Betriebserfahrungen und der Zuwachs neuerer Erkenntnisse nicht nur bei der Vorbereitung der Sanierungsmaßnahmen, sondern bereits bei der Neuplanung umfassend zu berücksichtigen.

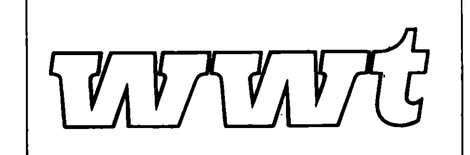
Literatur

/1/ *Lösel, P.:* Beiträge zur Sicherung und Erhöhung der Effektivität älterer Talsperren. „Wasserwirtschaft – Wassertechnik" 4/84 S. 77–79

/2/ *Ander, E.:* Zustand und Rekonstruktion von Talsperren. „Wasserwirtschaft – Wassertechnik" 4/84 S. 74–76

/3/ *Seifert, S.; Girod, K.; Musch, A.; Schumann, W.:* Probleme der Rekonstruktion von Gewichtsstaumauern – Spannungs-Verformungsanalyse für einen Vorsatzbetonmantel. „Wasserwirtschaft – Wassertechnik" 4/84, S. 79–84

/4/ *Löer, S.; Kaden, W.:* Sanierungsarbeiten an der bituminösen Außenhaut der Ohra-Talsperre." Wasserwirtschaft – Wassertechnik" 4/84, S. 91–93



Umschau

H. Giebel; A. Hommes

Zum Austauschvorgang zwischen Fluß- und Grundwasser

Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, Koblenz, BRD, Heft 1/2 1988, S. 18–27

Die Autoren haben über einen Zeitraum von sechs Jahren Grundwasserstände in einem Meßprofil senkrecht zum Rhein im Neuwieder Becken verfolgt. Untersucht wurden dabei die Austauschvorgänge zwischen Fluß- und Grundwasser anhand einzelner Hochwasserereignisse und in einer zeitlichen Abfolge von 24 Monaten. Als maßgeblich für die Vergrößerung des Grundwasservorrats bei Durchgang einer Hochwasserwelle erwies sich die Uferspeicherung. In der Abbauphase der untersuchten Einzelwellen stellt sich ein mittlerer Rückfluß ein, der fast 60% des Gesamtabflusses aus dem Grundwasser in den Rhein entspricht. Der Anteil des rückgestauten Grundwassers beträgt etwas mehr als 30%, ist also nur halb so groß. Der Anteil der Grundwasserneubildung aus Niederschlag und Randeinzugsgebieten beträgt nur knapp 10% und ist damit vergleichsweise gering.
Die Strömungsvorgänge im ufernahen Grundwasserbereich sind längst noch nicht völlig geklärt. Ein Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, im Falle einer Verschmutzung des Flusses die Brunnen nicht mehr nur lediglich nach Gefühl abschalten zu müssen, sondern gesicherte Handlungsanleitungen bereitzustellen.
Neben einigen Gedanken zur Schiffahrt sprechen die Autoren auch Fragen der künstlichen Uferspeicherung an. Künstlich ufergespeichertes Wasser könnte – zumindest theoretisch – derart versickert werden, daß es unter mittleren hydrologischen Bedingungen gerade in den Niedrigwasserzeiten im Herbst wieder in den Fluß zurückfließt. Die Untersuchungen belegen, wie kompliziert instationäre Strömungsvorgänge im ufernahen Grundwasserbereich sind und welch hoher Stellenwert der Uferspeicherung beizumessen ist.
Bei sämtlichen Fragestellungen im flußnahen Bereich ist deshalb die Uferspeicherung zu berücksichtigen. *A. R.*

Bleientfernung aus Salzsäurebad ohne Schlammanfall

Korrespondenz Abwasser, St. Augustin, BRD, Heft 6/1988, S. 619

Die niederländische Drahtindustrie errichtet gegenwärtig in Venlo (NL) eine Anlage zur Bleientfernung aus Salzsäurebeizbädern, deren Durchsatz 15000 l Salzsäure pro Woche betragen wird. Daraus sollen etwa 100 kg Blei zurückgewonnen werden, ohne daß Nebenprodukte, wie chemische Schlämme, anfallen. Bei dem Verfahren unterbricht eine zwischen Anode und Katode angeordnete spezielle Membran den Eisenkreislauf von Oxidation an der Anode und Reduktion an der Katode. Blei schlägt sich auf der Katode nieder.
Bereits seit 1986 gewinnen die niederländischen Drahthersteller mittels eines Membranelektrolysesystems Blei aus 5...10prozentigen Salzsäurebädern. Vor Inbetriebnahme der neuen Einrichtung war die Behandlung dieser Bäder sowohl ökonomisch als auch ökologisch problematisch. Verdünnung und Neutralisation waren die einzigen Behandlungsmöglichkeiten. Der Bedarf an Neutralisationsmitteln war dabei enorm, die erheblichen Schlammengen konnten nur als Sondermüll gelagert werden.
Mit der Membranelektrolyse wird das Blei nunmehr als Metall aus dem Beizbad entfernt. Die Bleirestkonzentration von wenigen mg/l ermöglicht die Kreislaufführung der Salzsäure in den Beizbädern. Eine alternative Verwendungsmöglichkeit für die Salzsäure ist der Einsatz als Flockungsmittel in Abwasserreinigungsanlagen.

Die Wiedergewinnung von Wertstoffen aus Papierfabrikabwässern als Beitrag zur Materialökonomie und zum Umweltschutz

Dipl.-Ing. Manfred ALBRECHT; Dipl.-Ing. Andrea BEUTEL, Ing. Ing. Horst BIERNATH
Beitrag aus dem VEB Papier- und Kartonagenwerk Schwedt

Die Wiederverwendung der anfallenden Sekundärrohstoffe und industriellen Abprodukte wird in der modernen Industriegesellschaft immer mehr zum Gradmesser der Effektivität des volkswirtschaftlichen Reproduktionsprozesses. Dabei hat die langfristige Sicherung der Rohstoffbasis der Menschheit den gleichen Stellenwert wie der damit verbundene Beitrag für den Umweltschutz.
Die Papierindustrie als Wassergroßverwender stellt sich diesen Forderungen, besonders auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung und Wertstoffrückgewinnung sowie beim maximalen Einsatz des Sekundärrohstoffes Altpapier. Grenzen für die Einsatzsteigerung spezieller Altpapiersorten bildet gegenwärtig die Erfassungsquote, die zwar einen international beachtlichen Stand erreicht hat, nichtsdestoweniger aber noch erhöht werden kann. Beide Komplexe, Abwasserbehandlung und Sekundärrohstoffeinsatz, bilden in der Papierindustrie eine untrennbare Einheit und müssen als solche auch den gegenwärtigen und zukünftigen Bedingungen Rechnung tragen.

1. Der Wasserkreislauf in der Papierfabrik

1.1. Allgemeine Darstellung

Das Wasser ist in der Papierindustrie unbestritten das wichtigste Produktionshilfsmittel und wird als Suspensions- und Transportmittel verwendet.
Vom wassertechnischen Standpunkt betrachtet, geht es bei der Herstellung von papiernen Flächengebilden um die Rückgewinnung der im Wasser suspendierten Faserstoffe und Hilfsmittel, im folgenden als Wertstoffe bezeichnet.
Die Papierherstellung läßt sich vereinfacht als Filtrationsprozeß bezeichnen. Auf einem endlosen Sieb der Papiermaschine entsteht durch Filtration ein Filterkuchen, der in getrockneter Form das gewünschte papierne Flächengebilde darstellt. Das bei der Filtration durch das Sieb fließende Filtrat und bei der Naßpressung anfallende Preßwasser ist das weiter zu behandelnde und zu reinigende Abwasser.

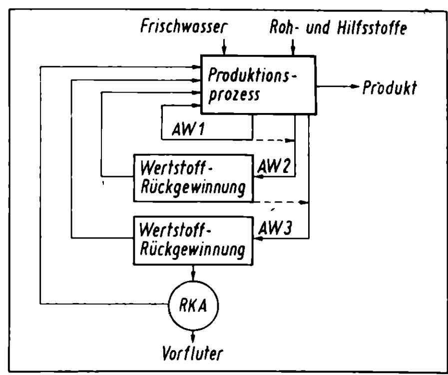


Bild 1 Wasserkreisläufe in der Papierfabrik

Generell wird das Wasser in der Papierindustrie mehrfach im Produktionsprozeß eingesetzt und dabei in abgegrenzten, geschlossenen Wasserkreisläufen geführt.
Bild 1 zeigt diese Kreisläufe in vereinfachter Form.
Das **Abwasser 1** (AW 1), das bei der Blattbildung bzw. im Filtrationsprozeß anfällt, enthält den höchsten Wertstoffanteil und wird deshalb ohne jede Behandlung unmittelbar vor der Papiermaschine zur Verdünnung der Faserstoffsuspension wieder eingesetzt. Der bei der Papierherstellung anfallende Wasserüberschuß wird in das AW 2 abgeleitet.
Das **Abwasser 2** (AW 2), bestehend aus dem Überlauf AW 1 und Wasser, welches unmittelbar nach dem Blattbildungsprozeß durch Saug- und Preßvorrichtungen aus dem gebildeten papiernen Flächengebilde entfernt wird, gelangt in Sedimentations- oder Flotationsanlagen, wo unter Zusatz von chemischen Hilfsmitteln Wasser und Wertstoffe getrennt werden.
Beide Komponenten werden dem Produktionsprozeß wieder zugeführt. Das überschüssige Wasser fließt ins Abwasser 3.
Das **Abwasser 3** (AW 3), das sich aus dem AW-2-Überschuß sowie Spritz-, Sperr- und Kühlwasser zusammensetzt, enthält ebenfalls noch große Mengen an Wertstoffen. Deren Rückgewinnung erfolgt in einem System von Sedimentationsanlagen, denen meist eine Restabwasserkläranlage für das Betriebsabwasser nachgeschaltet ist. Der zurückgewonnene Wertstoff wird in den Produktionskreislauf zurückgeführt, während das gereinigte Abwasser in den Vorfluter gelangt.

1.2. Wasserwirtschaft im Betrieb Schwedt

Für die stabile Versorgung des Betriebes mit Frischwasser und die vorschriftsmäßige Rückführung des Abwassers in den Vorfluter zeichnet im Betrieb Schwedt die Abteilung Wasserwirtschaft verantwortlich. Ihr Anliegen ist es, durch die Anwendung wassersparender Technologien und wiederholte Wassernutzung im Produktionsprozeß den Wasserhaushalt der Natur zu entlasten und die Verunreinigung der Gewässer auf ein Minimum zu reduzieren. So konnte z. B. die absolute Frischwassermenge in den letzten 10 Jahren trotz steigender industrieller Warenproduktion von ≈ 19 Mill. m³ auf 9 Mill. m³ gesenkt werden. Auf Grund dieser Ergebnisse erhielt der Betrieb Schwedt 1985 den Titel „Wasserwirtschaftlich vorbildlich arbeitender Betrieb"

Auf die Haupterzeugnisse bezogen ergibt sich für den spezifischen Wasserbedarf folgender Stand:

Erzeugnis	spezifischer Wasserbedarf in m³/t	
	TGL 26 565	Stand 1986
Zeitungsdruckpapier	40	21
Chromoersatzkarten	100	24
Wellpappenkarton	50	15

Der Zahlenvergleich dokumentiert den Grad der Kreislaufschließung und die Mehrfachnutzung des Wassers sehr deutlich. Würde keine innerbetriebliche Kreislaufführung der einzelnen Abwasserarten erfolgen, wäre die benötigte Frischwassermenge überschlägig 10mal höher.
Der Wasserkreislauf im Betrieb Schwedt stimmt prinzipiell mit dem im Pkt. 2.1. erläuterten Standardwasserkreislauf für Papierfabriken überein. Die 2. Stufe der AW 3-Entstoffung mittels Restabwasserkläranlage (RKA) wurde im April 1987 in Betrieb genommen.

2. Abwasserbehandlung

2.1. Kurzbeschreibung der Restabwasserkläranlage

Es handelt sich um eine mechanisch-chemische Restabwasserkläranlage, deren Kernstück 3 baulich gleiche Rundklärbecken mit einem Durchmesser von 30 m und einem Fassungsvermögen von je 2100 m³ bilden (Bilder 2 + 3).
Das AW 3 des Produktionsprozesses läuft im freien Gefälle über eine Rechenanlage einem Pumpwerk zu. Von dort werden parallel zwei Rundklärbecken (A 1 + A 2) mit AW 3 unter Zusatz von Flockungsmittel als 1. Sedimentationsstufe beaufschlagt. Durch eine umlaufende Räumeinrichtung wird der Feststoff zum Zentrum des Absatzbeckens transportiert, dort mittels Pumpen abgesaugt und zur weiteren Eindickung in das 3. Rundklärbekken, das sogenannte Eindickerbecken (E), gefördert. Die Räumeinrichtung dieses Bekkens ist mit Krälstäben ausgerüstet, was einen zusätzlichen Eindickeffekt bewirkt.
Die aus dem Abwasser zurückgewonnenen Wertstoffe fallen mit einer mittleren Stoffdichte von 3 % an und werden nach Passieren einer Sortier- und Reinigungsanlage, die der Qualitätsverbesserung der Faserwertstoffe dient, sofort in den Produktionsprozeß zurückgeführt. Zur Qualitätsverbesserung des Faserwertstoffes ist eine Sortier- und Reinigungsanlage konzipiert. Besteht keine Abnahmemöglichkeit für den Faserwertstoff im

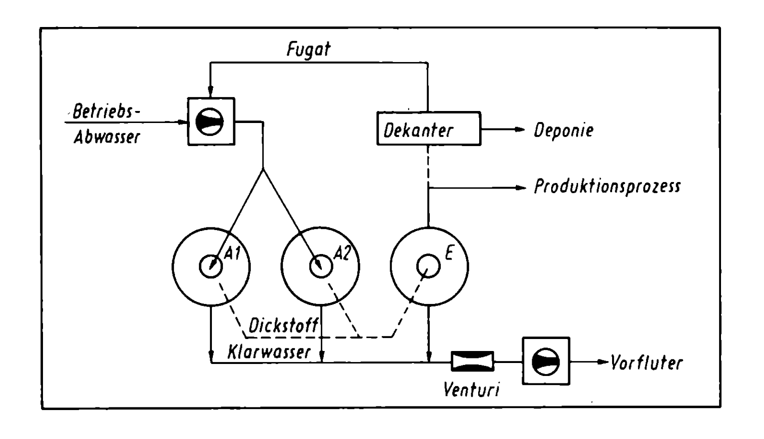


Bild 2
Schema der Restabwasser-Kläranlage

Produktionsprozeß, wird mit der vorhandenen Dekanteranlage Krümelstoff mit etwa 30% Feststoffgehalt hergestellt. Die Restabwasserkläranlage hat einen Wirkungsgrad von ≈ 93%. Das in den 3 Rundklärbecken anfallende Klarwasser wird mittels Venturirinne mengenmäßig erfaßt und zum Vorfluter gepumpt.

Die Qualität des Klarwassers entspricht dem durch die Staatliche Gewässeraufsicht vorgegebenen Grenzwert.

2.2. Charakteristik des Faserwertstoffes und seiner Verwendungsmöglichkeiten

Der Faserwertstoff setzt sich aus rund 70% organischen und 30% anorganischen Stoffen zusammen. Charakteristisch für das Papierfabrikabwasser ist der hohe Feinstoffanteil, der etwa 80% beträgt. Der Faserlang- und Faserkurzstoff mit einem Anteil von jeweils etwa 10% stellt die papiertechnologisch bedeutendere Faserkomponente dar.

Die anorganische Substanz setzt sich aus Füllstoffen aus dem Produktions- und Recyclingprozeß sowie aus mineralischen Verunreinigungen, die vorwiegend aus dem Sekundärrohstoff Altpapier herrühren, zusammen. Im Vorfeld der Inbetriebnahme der RKA wurden 3 Varianten zur Nutzung der Faserwertstoffe untersucht:

a) Deponie
b) Kompostierung
c) Rückführung in den Prozeß.

Der Wiedereinsatz von Faserwertstoffen im Papierherstellungsprozeß erwies sich eindeutig als betrieblich und volkswirtschaftlich günstigste Variante. Neben einer beträchtlichen Altpapiereinsparung entfallen Kosten für die Entwässerung und den Transport des Krümelstoffes sowie Deponiekosten. Der ökonomische Nutzen der Vorzugsvariante des Einsatzes von zurückgewonnenen Wertstoffen im Produktionsprozeß beträgt etwa 2 Mill. Mark pro Jahr.

2.3. Umweltschutz

Seit der Inbetriebnahme der Restabwasserkläranlage wird ein nahezu feststofffreies Abwasser in den Vorfluter eingeleitet.

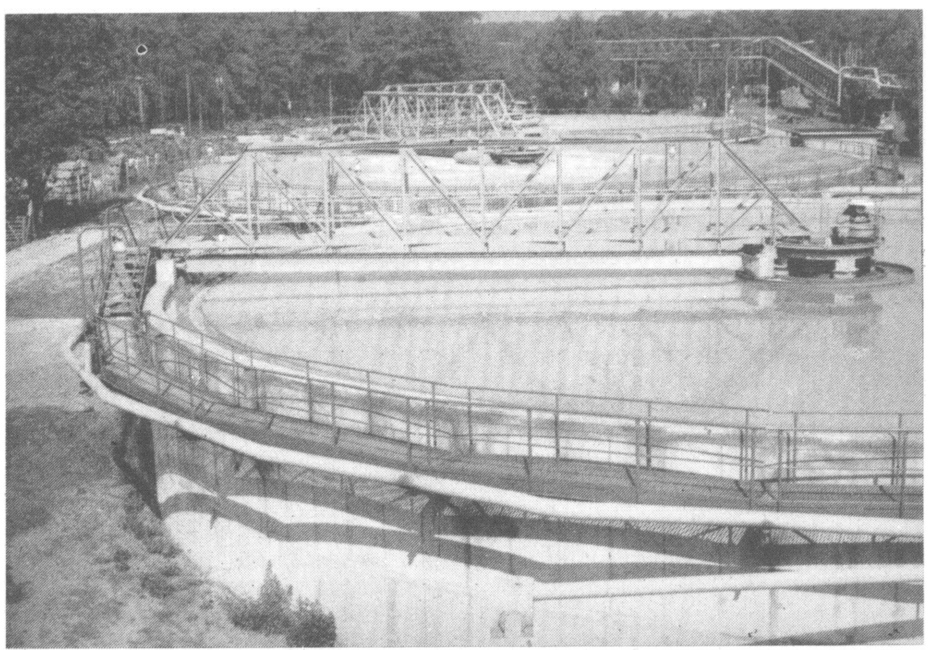
Neben der reduzierten Wasserentnahme aus dem Naturhaushalt in den letzten Jahren wurde hiermit ein weiterer Schritt zur Erhaltung unserer Naturreichtümer getan. Die Minimierung des Deponieanteils reiht sich ebenfalls in diese Umweltschutzmaßnahme ein, bedeutet sie doch einen Beitrag zur Gesunderhaltung unseres Bodens und Reinhaltung des Grundwassers.

3. Zusammenfassung

Ausgehend von der volkswirtschaftlichen Notwendigkeit zum sparsamsten Umgang mit den Ressourcen bei gleichzeitigem Schutz unserer Umwelt, wurde mit der Inbetriebnahme der Restabwasserkläranlage beiden Anliegen Rechnung getragen.



Bild 3 Teilansicht der Restabwasser-Kläranlage



Bezogen auf die eingesetzten Altpapiermengen von rund 500 t/d macht der zurückgeführte Faserwertstoffanteil nur einen Bruchteil aus, so daß nachweislich keine Beeinflussung der Qualitätsparameter und Gebrauchswerteigenschaften der Erzeugnisse erfolgt.

Der hohe Reinheitsgrad des Abwassers gestattet unter bestimmten Umständen den Wiedereinsatz in einigen Prozeßabschnitten.

Angebot zur Nachnutzung: Informationskatalog Abwassertechnik

Vom Bau- und Montagekombinat Industrie- und Hafenbau wurde im Jahre 1987 ein Informationskatalog „Abwassertechnik" erarbeitet.

Der Katalog verarbeitet vorliegende Arbeitsmittel (Wiederverwendungsprojekte sowie spezielle Konstruktionslösungen und Bausteine), berücksichtigt aber zusätzlich Erfahrungen der Praxis sowie fachtechnischer Auswertungen. Damit sind nunmehr Bausteine zur Unterstützung des Projektanten verfügbar, die sowohl vom Anwendungsprojektanten in der Projektentwicklung sowie auf der Baustelle vielseitig zu nutzen sind.

Die Ausarbeitung kann im Rahmen der vorbereitenden Maßnahmen zur sofortigen Entscheidungsfindung genutzt werden und ist dem entsprechenden Forderungsprogramm des Auftraggebers anzupassen.

Inhalt

Baugruppe I	Abwasserbehandlungsanlagen
Baugruppe II	Versickerungsanlagen und Absetzschächte
Baugruppe III	Abwasserförderanlagen
Baugruppe IV	Schachtbauwerke
Baugruppe V	Sonderbauwerke

Anwendung

1. Bestückung der Entwurfsdokumentation in den ersten Entscheidungsphasen der Vorbereitung und Projektierung
2. Fachtechnisches Nachschlagewerk
3. Kundendienst
4. Öffentlichkeitsarbeit

Die Dokumentation ist vorrangig für den Industriebau und für die tiefbautechnische Objekterschließung bestimmt.

Interessenten wenden sich an die Verfasser des Katalogs, die Adresse lautet:

Joachim v. Manteuffel
BMK Industrie- und Hafenbau
KB Stralsund
Wilhelm-Pieck-Allee 54
Stralsund
2300
(Tel.: 55/4 68)

Berichtigung

Heinz Schröter, Staumeister in der Revierwasserlaufanstalt TSM Freiberger Mulde/Zschopau, ist nicht – wie irrtümlich in unserem Porträt in Heft 7/88 mitgeteilt wird – mit der „Medaille für hervorragende Leistungen in der Wasserwirtschaft", sondern als „Verdienter Wasserwirtschaftler der DDR" ausgezeichnet worden.
Die Redaktion

Wasserkraftenergetik vom ČSSR-Unternehmen CKD BLANSKO-Weltweit

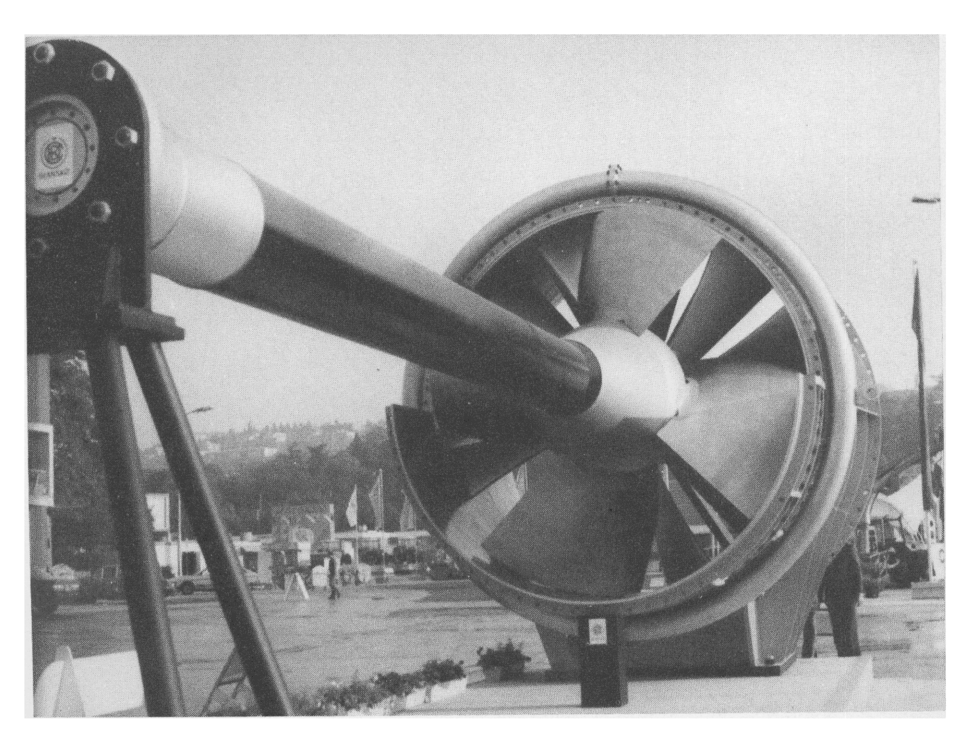
CKD Blansko ist ein profilierter Hersteller verschiedenster Einrichtungen der Wasserkraftenergetik. Es exportiert Kaplan-, Francis-, Pelton- und Diagonalturbinen in alle Welt. Die Firma belieferte z. B. Kraftwerksprojekte in Brasilien, Argentinien, Polen, der DDR, Bulgarien, Jugoslawien und Indien. Zur Zeit arbeitet man in Blansko an acht Kaplanturbinen für das Wasserkraftwerk Gabcikovo an der Donau, die mit einem Laufraddurchmesser von 9300 mm Rekordgröße erreichen. Was den Export betrifft, sind hier die Francisturbinen (Einheitsleistung 39,2 MW, Laufraddurchmesser 1900 mm) zu nennen, die für das Wasserkraftwerk Malka Wakana in Äthiopien bestimmt sind; die Volksrepublik Polen erhält reversible Diagonalturbinen (Einheitsleistung 42 MW, Laufraddurchmesser 4300 mm). Ebenfalls noch in diesem Jahr werden Komponenten von Kaplanturbinen (Laufraddurchmesser 6600 mm) für das Wasserkraftwerk Haditha in den Irak geliefert. An diesem Auftrag beteiligt sich auch der jugoslawische Partner Titovi Zavodi Litostroj in Ljubljana, der Turbinen in tschechoslowakischer Lizenz fertigt.

In die Vietnamesische Sozialistische Republik lieferte CKD Blansko Einrichtungen für die Wasserkraftwerke Suoi Cun, An Diem, Moc Chau und Thac Bay, darunter elf Francisturbinen (480 bis 1800 kW).
In Zusammenarbeit mit der DDR wird das ČSSR-Unternehmen die Lieferung von drei Kaplanturbinen (Leistung 4,18 MW) für das vietnamesische Wasserkraftwerk Draylinh sicherstellen. Eine Francisturbine (Leistung 3,075 MW) wird im albanischen Wasserkraftwerk Korca installiert.

Ständige Erneuerung des Produktionsprogramms

Der hohe technische Stand der Wasserkrafteinrichtungen aus dem Unternehmen CKD Blansko ist einerseits auf die internationale Kooperation, andererseits auch auf das hohe Niveau der eigenen Forschung zurückzuführen. So hat z. B. das Forschungsinstitut für Wasserkraftmaschinen CKD Blansko in letzter Zeit eine Grundreihe von sieben Kaplanturbinen für Fallhöhen von 10 bis 70 m entwickelt. Erweitert wurde dieses Sortiment um eine direktflutige Kaplanturbine für eine Fallhöhe von (nur) 2,25 m (Leistung 540 kW, Laufraddurchmesser 3 m). Dabei handelt es sich um eine Turbine für niedrigste Fallhöhen, bei denen vor allem die Anordnung gleicher Typen in Serie hohe Effekte bewirkt (die Abbildung zeigt diese Turbine).

Das Werk in Blansko arbeitet fortlaufend an der Verbesserung seiner Erzeugnisse. Auf dem Modellturbinenprüfstand des Turboinstituts Ljubljana wurde z. B. die neue fünfschaufelige Kaplanturbine für Fallhöhen bis 37 m getestet, die einen Wirkungsgrad von 92,5 % erreicht. Damit gehört dieser Typ, der auch über hervorragende Kavitationseigenschaften verfügt, mit zur Weltspitze. Dieser Turbinentyp wurde inzwischen im Wasserkraftwerk Penitas (Mexiko) installiert. Ähnliche Tests absolvierte auch eine sechsschaufelige Kaplanturbine, mit der ein Wirkungsgrad von 91,5 % erzielt wurde. Dieser Turbinentyp wurde im Wasserkraftwerk Haditha im Irak verwendet, wo auf diesem Weg Einsparungen an Material und Arbeitsaufwand gegenüber dem ursprünglichen Projekt, das eine achtschaufelige Kaplanturbine vorgesehen hatte, erzielt werden konnte. Die bei der Innovation der Kaplanturbinengrundtypen gewonnenen Erkenntnisse werden auch bei der Konstruktion anderer spezieller Typen angewandt. Allgemein ließen sich der Wirkungsgrad um 3 % steigern und die Kavitationsfestigkeit der Laufschaufeln verbessern. Über die Trends in dieser Entwicklung und die weiteren Ergebnisse und Erfahrungen des CKD Blansko gewährt das Außenhandelsunternehmen Skodaexport Praha nähere Auskünfte.



Hinweise für unsere Autoren

Willkommen ist jede Form der Mitarbeit an der Gestaltung der Zeitschrift, sei es in Form von Originalaufsätzen, Kurznachrichten oder Stellungnahmen. Originalaufsätze können nur unter der Voraussetzung angenommen werden, daß es sich dabei um Erstveröffentlichungen handelt.
Eingereichte Manuskripte sollten dem Profil der WWT entsprechen. Vorrangig werden die in den Jahresthemenplan aufgenommenen Beiträge berücksichtigt. Unaufgefordert eingesandte Aufsätze nehmen wir entgegen und lassen sie begutachten.
Das zur Veröffentlichung eingereichte Manuskript muß endgültig sein.
Die Anforderungen im einzelnen:

1. Manuskripte mit einem **Umfang** von mehr als 13 Schreibmaschinenseiten (42 Anschläge je Zeile und 30 Zeilen je Seite, zweizeilig geschrieben) einschließlich Bilder, werden nur in Ausnahmefällen angenommen. Behandeln Sie das gewählte Thema so kurz und knapp wie möglich, umfassende Hintergrundinformationen sollten dem Literaturverzeichnis am Ende des Beitrages entnommen werden können.

2. Die **Hauptüberschrift** sollte kurz und prägnant sein und nicht mehr als acht Wörter umfassen. Die Wortwahl sollte unter dem Aspekt der Indizierbarkeit im Jahresinhaltregister erfolgen. Die Verfasserangaben enthalten Name und Vorname, den akademischen Grad sowie die Bezeichnung des Betriebes, bzw. der Institution.

3. Ein kurzer **Vorspann** (etwa 15 Zeilen) geht dem Haupttext voraus. Er charakterisiert das Ziel der Arbeit, wesentliche Ergebnisse sowie ökonomische Effekte.

4. **Zwischenüberschriften** sollten den Beitrag gliedern, zu empfehlen ist die Unterteilung nach der Dezimalklassifikation.

5. **Formeln und Symbole** sind eindeutig zu halten. Griechische Buchstaben werden am Rand wiederholt. Formeln lassen sich in der Regel leichter und lesbarer von Hand in das Manuskript eintragen, Symbole werden in einer Legende erklärt. Bei der Angabe physikalischer Größen gelten die Einheiten des Internationalen Einheitensystems (SI). Gleichungen und Formeln werden numeriert, z. B. (1).
Abkürzungen sind zu vermeiden. Wenn erforderlich, so sind sie zumindest einmal voll auszuschreiben.

6. **Tabellen, Schemata, Bilder** und **Tafeln** sind ausdrücklich erwünscht. Sie sind nicht in den laufenden Text einzukleben, sondern entsprechend gekennzeichnet gesondert anzufügen. Sie sollten arabisch numeriert und im Text angezogen werden, (z. B. siehe Bild 4). Sämtliche Tabellen und Bildunterschriften sind auf einem gesonderten Blatt zusammenzufassen. Die Quelle anderswo entnommener Bilder ist anzugeben, dem Autor obliegt es, sämtliche erforderlichen Abdruckgenehmigungen einzuholen.

7. **Zeichnungen** sollten normgerecht und mindestens doppelt so groß ausgeführt sein, wie sie im Druck erscheinen sollen.
Lageplänen und geographischen Karten ist die Bestätigung beizufügen, daß zu ihrer Anfertigung kein Material verwendet wurde, daß Dienst- oder Staatsgeheimnisse enthält. Fotografien müssen scharf und kontrastreich sein. Außenaufnahmen sind bei Sonnenschein anzufertigen, vermeiden Sie stürzende Linien.

8. **Literaturangaben** stehen am Ende des Textes, und zwar in folgender Form:
/6/ Golf, W.: Berechnung mittlerer Monatsbilanzen In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik, Berlin 32 (1982) 6, S. 205–208.
Die Numerierung entspricht der Reihenfolge, in der die Quellen im Text angezogen wurden. Zu allen Literaturen befinden sich Hinweise im laufenden Text (z. B. /6/).

9. Jedem Manuskript ist auf einem gesonderten Blatt ein **Kurzreferat** (etwa 100 Worte) beizufügen.
Einsatz von Wärmepumpen ...
Lautenbach, D.; Lemke, S.
In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. Berlin 36 (1986) 2, S. 38–40
Die wärmetechnische Nutzung von wird eine Anwenderrichtlinie angekündigt.

10. **Verbesserungen im Manuskript** bzw. auf den Druckfahnen sind mit Tinte oder Kugelschreiber deutlich in Druckbuchstaben zu vermerken. Verwenden Sie bitte Korrekturzeichen lt. Duden. Korrekturen, die sich auf zugesandte Druckfahnen beziehen, sollten telefonisch und schnellstmöglich durchgegeben werden.
Jeder Autor erhält mit der Honorarzahlung ein Belegexemplar des Heftes, in dem seine Arbeit abgedruckt ist, sowie 10 Sonderdrucke seines Beitrages.

Redaktion WWT
VEB Verlag für Bauwesen
Französische Straße 13/14
PF 1232
Berlin
1086

